سلسلة الإدارة والفراغ الإدارى

# الإدارة الإنتاجية والفراغ

دكتور

أحمد على عرفة

سمية إبراهيم شلبى

سلسلة الإدارة والفراغ الإدارى

# الإدارة الإنتاجية والفراغ

## الجزء الأول

دكتور
أحمد علي عرفة
سمية إبراهيم شلبى

بسم الله الرحمن الرحيم

( ... وفوق كل ذي علم عليم )

صدق الله العظيم

رقم الإيداع ٩٢/٣٣٦١
I.S.B.N.
977-00-3132-1

# مقدمة

مع تقدم وتطور علم الادارة وامتداد ذلك التطور الى فروعه العديده وخاصة الادارة الانتاجية، فقد بدت الحاجة الى تبني المنهج النظامي في هذا الفرع وخاصة مع ذلك التطور العلمي الهائل الذي يطل علينا ونحن على مشارف نهاية القـــرن العشرين وبداية القرن الواحد والعشرين مما يستدعي مواكبة ذلك التطور بتطور مماثل في المفاهيم العلمية للادارة الانتاجية. ويؤكد ذلك ، الاهتمام البالــغ بقضية الانتاج ببلادنا ، وتعدد المحاولات من أجل مواجهة تدني الزيادة في الانتـاج والتي تتفاقم يوما بعد يوم برغم الجهود العديدة في ذلك المضمار ، مما يترتب عليه زيادة العجز في ميزان المدفوعات وزيادة الاستهلاك وكـــذا الواردات بدرجة أكبر من الزيادة في الانتاج وفي الصادرات .

هذا وقد انصب جهدنا على اختيار موضوعات هذا الكتاب وعلاجها بطريقة تمكــن من الربط بين المفاهيم والنماذج العلمية وبين امكان تطبيقها بالمنشآت بمـــا يساهم في سد الهوة بين النظرية والتطبيق . واستطرادا في ذلك فانـنا نوضــح أن الفراغ يتأتى نتيجة عديد من الاسباب من أهمها :

<u>أولا:</u> قصور الادارة في تبني فلسفة ادارية ذات خصائص ومفاهيم ونماذج علمية تلائم الواقع والتطبيق الفعلي . إن تبني فلسفة ذات خصائص فعالة بالنسبة لكـل فرع من فروع الادارة يحد جانبا أساسيا لسد الفراغ . كما أن الاختيار السليـم للأساليب والنماذج العلمية الملائمة يمكن من اتخاذ القرارات بصورة فعالة توصل الى حل المشكلات التي تواجه الادارة، ومن ثم على الادارة أن تراعي الجانب العلمي والعملي عند اختيار وتطبيق المفاهيم والنماذج العلمية .

<u>ثانيـا:</u> القصور في التطبيق . فقد تكون النظرية والنماذج العلميـــة

ملائمة للتطبيق وللواقع العملى ولكن القصور يتأتى عند التطبيق . ان ذلك يعنى اغفال أبعاد ومتطلبات وشروط معينة لا يصح التطبيق بدونها . وقد تتفاوت الابعاد والمتطلبات والشروط عند التطبيق من مشكلة لاخرى أو من حالة لاخرى نظرا لعديد من المتغيرات . ويتضمن القصور فى التطبيق الاتى :

(أ) القصور فى توفير الامكانات المادية والمهارات البشرية التى تمكن من التطبيق الفعال .

(ب) القصور (أو الصعوبة) فى تغيير المؤثرات البيئية و (أو) التكيف معها .

(ج) القصور (أو الصعوبة) فى تغيير الافراد من حيث الثقافات والمفاهيم والقيم والاتجاهات والعادات والتقاليد والاستعدادات والمهارات والسلوكيات وخلافه .

هذا وقد راعينا فى اختيارنا لخصائص الفلسفة الادارية والتى تناولناها فى بداية هذا الكتاب ، أن تتبنى المنشآت تلك الخصائص والمتغيرات التى تتلائم والبيئة الداخلية والخارجية التى تعمل وتحيا المنشأة فى اطارها . هذا وقد تناولنا بعض الادوات والنماذج الوصفية والكمية التى تستخدم فى التخطيط للمصنع وفى تخطيط ورقابة الانتاج .

والجدير بالملاحظة أن عديد من النماذج العلمية وخاصة الكمية منها قد تضمنت العديد من الافتراضات بما يصعب معها استخدامها وتطبيقها بفعالية فى الواقع العملى . ولكن مع التقدم العلمى الهائل فى أواخر هذا العصر فقد أمكن التغلب على العديد من الافتراضات التى كانت تعوق التطبيق الفعال لتلك النماذج بالواقع العملى . ومن ثم فقد صاحب التغلب على عديد من الافتراضات التى ارتبطت بتلك النماذج امكانية مساهمة تلك النماذج مساهمة فعلية فى سد الهوة بين

النظرية والتطبيق • وقد ساعد على ذلك تقدم أساليب الحاسب الآلي وتبنى أنظمة الانتاج الحديثة كأنظمة الانتاج المرنة،وأنظمة الانتاج فى الوقت المحدد تماما، وأنظمة الانتاج الكاملة الاتوماتيكية والتى تستخدم الانسان الالى،واستخدام اسلوب تكنولوجيا التجميع،وحلقات دوائر الجودة،وخلافة •

وقد جاءت بداية هذا الكتاب مخصصة لتناول نظام عمليات الانتاج وأهدافه وربط نظام عمليات الانتاج بالانتاجية ومفاهيمها وأساليب واستراتيجيات تحسينها• ثم يستطرد الكتاب فى تناول الجوانب الوصفية والكمية لتخطيط المصنع وتخطيط ورقابة الانتاج متضمنا ذلك فى الباب الاول التخطيط للمصنع والتخطيط الداخلى والتخطيط لمداولة المواد ثم يتضمن الكتاب فى بابه الثانى تخطيط ورقابة عمليات الانتاج والتنبوء فى تخطيط ورقابة الانتاج • أما الباب الثالث والاخير فيتضمن الادوات والنماذج الكمية فى تخطيط ورقابة الانتاج ، حيث يتضمن ذلك أدوات اتخاذ القرارات فى تخطيط ورقابة الانتاج • ونرجو الله أن نكون قد وفقنا فى تقديم نذر يسير من بحر ذلك الفراغ من فروع الادارة •

والله ولى التوفيق

# الباب الأول

# نظام الانتاج والتخطيط للمصنع

# الفصل الاول

# مفهوم ونظام العمليات الانتاجية

## مقـــدمـــه

ان كل مدخل من مداخل الادارة قد عالج مفهوم الادارة بالتركيز على جانب أو جوانب معينه، فقد ركز مدخل الادارة العلميه على ما يطلب عمله من أجل أداء تلك الاعمال بأقل وقت وجهد وتكلفة، وكان نتيجة لاغفال الجوانب الانسانية والاجتماعية أن ظهر مدخل العلاقات الانسانيه والسلوك الاجتماعي، وتبعا لهذا المدخل فقد اتجه الاهتمام صوب الجوانب الانسانيه والاجتماعيه باعتبار الانسان مخلوق اجتماعي مدفوع بحاجاته الاجتماعيه ومن ثم فقد ركزت الادارة على الجوانب الانسانيه والظواهـــر الاجتماعيه كالعلاقات غير الرسميه والحالة المعنويه والمناخ الاجتماعي والمشاركه والانتماء للمنظمه وغير ذلك، وفي هذا الخضم فقد أغفل هذا المدخل الجوانـــب التحليليه والجوانب الماديه.

ومن ثم ونتيجة تركيز كلا المدخلين السابقين على العمل والعاملين سواء مـــن الناحيه الماديه أو الناحيه الاجتماعيه فقد اتجه اهتمام الادارة صوب العمليـــة الاداريه ذاتها. هذا وقد ارتبط بمدخل الوظائف الاداريه مدخل اتخاذ القرارات وبحوث العمليات، وبهذا عرفت الادارة على أنها نظام لاتخاذ القرارات الاداريه والتنفيذيه وغيرها لتحقيق الاهداف المرغوبه.

والجدير بالاهتمام أنه قد حدثت تطورات ملحوظه في مفهوم الادارة مع ظهور مدخل النظم والمداخل الحديثه حيث عرفت الاداره على أنها نظام يتضمن خصائص أساسيه للنظام من أهداف وعناصر وأجزاء وبيئة ومكونات تمكن من اتخاذ القرارات على أساس نظامـــي بما يوصل الى سد الفراغ وتحقيق الاهداف المرغوبه (وليست المتاحه) على أمثل وجـــه ممكن. ومن ثم فقد قمنا في بداية هذا الفصل بتعريف ادارة العمليات الانتاجيه وفقا لذلك المفهوم. وسوف نتناول نظام ادارة العمليات الانتاجيه وأهدافه، ثم الانتاجيه والكفاءه والعوامل المؤثره عليها وأساليب واستراتيجية تحسينها.

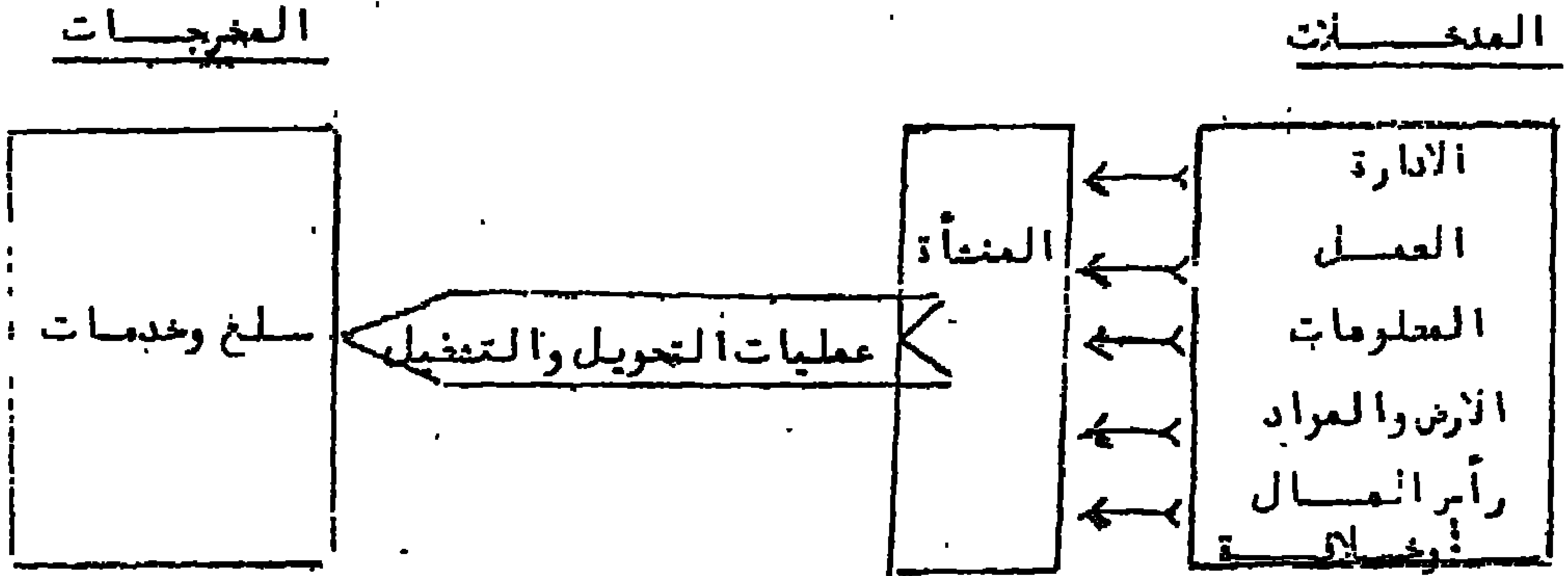
# مفهوم ادارة العمليات الانتاجيه

ان وضع تعريف دقيق ومحدد لادارة العمليات الانتاجيه قد يمثل شيئا من الصعوبه ويرجع ذلك الى تداخل الادارات وتفاعلها مع بعضها البعض ، (الانتاج ، التسويق ، التمويل ، والافراد وخلافه) وكنتيجه لذلك فان ادارة العمليات الانتاجيه ليست مستقله عن باقي الانشطه في المشروع ، وبناء عليه فانه قد لا يوجد نقطه بدايه أو نهايه محدده بشئ من الدقه لانشطتها ، وقد أشار ماير " Mayer " الى تعريف الانتاج في المصانع على أنه التصنيع لشئ مادى من خلال استخدام العمال والموارد والالات ، أما الانتاج فى منشآت الخدمات فقد عرفه بأنه القيام بالوظيفه التي تؤدى الى تقديم منافع معينة . وقد أوضح ان مفهومي الانتاج والادارة ليسا متطابقان ، فالانتاج شئ والاداره شئ آخر ، مما يضيف أبعادا أخرى عند وضع تعريف لادارة الانتاج ( Mayer, 1969 ).

وقد عرف أبلباى " Appleby " ادارة العمليات الانتاجيه على أنها التخطيط والمراقبه لعمليات تحويل الموارد الاوليه الى سلع تامه( Appleby, 1981 ).
وقد عرف أيضا استار " Starr " ادارة العمليات الانتاجيه على أنها ادارة عملية التحويل وهذا يشتمل على مراحل متداخله كالعوامل الاقتصاديه والاجتماعيه والتقنيه وغيرها ( Starr, 1969 ).

وأوضح جارت وسلفر " Garrett & Sliver " أنه قد يوجد شئ من الصعوبه فى وضع تعريف لادارة العمليات الانتاجيه ولكنهما اشارا الى أنه يمكن وضع تعريف لادارة العمليات الانتاجيه من خلال معرفة الغرض من الانتاج وهو تحويل المدخلات الى سلع وخدمات وتتمثل المدخلات في المعلومات والادارة والمواد والارض ، والعمل ، ورأس المال حيث يتم توظيفهم داخل المنشأه لخلق مزيج المخرجات من السلع والخدمات ويمثل الشكل رقم (١) ذلك .

شـــــــكل (١)
مدخلات ومخرجات نظام الانتـــاج




وبناءً عليه فقد عرفنا ادارة العمليات الانتاجيه على أنها ادارة عملية تحويل المدخلات الى مخرجات ( Garrett & Sliver , 1973 )٠ وعليه فان ادراة العمليات الانتاجيه تكون مسئوله عن الآتـــــــــي:

(١) وضع مواصفات وتجميع المدخلات المطلوبه٠

(٢) تصميم وصيانه عملية التجميع أو التحويل من أجل تحويل المدخلات الى مخرجات من سلع وخدمـــات٠

(٣) التنسيق وادارة عمليات الانتاج حتى يتم انتاج السلع والخدمات بكفاءة٠

استنتاجا مما سبق ، وحيث أنه من الضرورى تضافر العديد من الجهود لانتاج السلعة أو تقديم الخدمه المرغوب فيها ، فانه يمكن وضع التعريف التالـــي :

" ادارة العمليات الانتاجيه هي نظام لاتخاذ القرارات الاداريه والتنفيذيـــــه وغيرها والمتعلقه بالعمليات الانتاجيه وذلك بالاسلوب العلمي من أجل تحقيـــق الاهداف المرغوبه (انتاج سلعه أو تقديم خدمه) بفاعليه وبكفاءة"٠

من التعريف السابق لادارة العمليات الانتاجيه نجد أن مسئولية اتخـــاذ القرارات الاداريه المتعلقه بالانتاج تقع بالدرجه الأولى على عاتق مديروا الانتاج

وذلك باعتبارهم المسئولين عن مثل تلك القرارات ويتم ذلك بالتنسيق والتعاون مع باقي الادارات على ضوء الخطه العامه الشامله للمنشأه. ويقوم مديروا الانتاج باتخاذ القرارات الاداريه المتعلقه بالتخطيط والتنظيم والتوجيه والرقابه على العمليات الانتاجيه. فنجد أنهم يساهمون في تخطيط الانتاج وذلك من خلال وضع برنامج للعمل يمكن من تحديد الاهداف التي تسعى ادارة العمليات الانتاجيه الى تحقيقها ، وكذا تحديد الاهداف المتعلقه بالاقسام المختلفه بها ، ثم المساهمه في تقرير السياسات والاجراءات وطرق العمل والبرامج الزمنيه والميزانيات التقديريه اللازمه لتنفيذ تلك السياسات والخطط . كما أن مديروا الانتاج يساهمون أيضا في اتخاذ القرارات الاداريه المتعلقه بالتنظيم وذلك من خلال تحديد أوجه النشاط اللازمه لتحقيق الاهداف ، وكذا الاعمال المطلوب أدائها للقيام بتلك الانشطه. وبالتالي تنشأ الوظائف المختلفه ويتم تحديد علاقات السلطه والمسئوليه والمساءله لكل وظيفه من الوظائف بما يساعد على تحقيق الهدف المطلوب ، كما يقوم مديروا الانتاج أيضا بتوجيه وحفز الافراد للعمل ، وكذا الرقابه على تنفيذ الخطط لضمان كفاءة التنفيذ وذلك بوضع معايير للاداء وقياس التنفيذ وتصحيح أى انحراف إن وجد . وذلك كله من أجل تحقيق الهدف وهو انتاج سلعه أو تقديم خدمه بأقل تكلفه مع تحقيق أكبر عائد ممكن .

يمكننا كذلك ان نستخلص من التعريف السابق ان مديروا الانتاج يعتبرون المسئولين الأول عن قرارات الانتاج الفنيه التنفيذيه ، حيث تقع مسئولية ذلك على عاتق مديروا الانتاج بالدرجه الأولى . وتأكيدا لذلك فإننا نجد عمليا أن مديروا الانتاج يقومون باتخاذ العديد من قرارات التصنيع ، وتصميم العمليات والمنتجات ، والصيانه ، ومراقبة الانتاج ، ومراقبة الجوده ، وكذا مراقبة التكاليف وغير ذلك مما يتعلق بالاختصاصات الفنيه التنفيذيه لادارة العمليات الانتاجيه .

يبقى أن نوضح الجزء الاخير من تعريفنا لادارة العمليات الانتاجيه حيث نبين المقصود بالفاعليه والكفاءه. وانتقالا الى مفهوم الفاعليه فان المقصود بهـا تحقيق الهدف أو الاهداف وهى انتاج سلعه أو تقديم خدمه( Barnard, 1974 ).

أما المقصود بمفهوم الكفاءه فاننا قد نجد أن من الصعب تحديد ذلك المفهـوم وذلك لان معيار قياس الكفاءه قد يكون متعذرا فى بعض الاحيان ، كذلك فان هـذا المعيار قد يتسم بالتغير ، فنجد ان البعض يعبر عنه من خلال تحقيق أقصى ربـح ممكن ، والبعض الاخر يعبر عنه من خلال تحقيق أقل تكاليف ، كما أن البعض الاخـر يعبر عنه من خلال قدرة المشروع على البقاء أو النمو أو التوسع . اذن نجد أن معيار القياس متغير ويختلف باختلاف أهداف المشروع التى تعتمد بدورها علـى طبيعة النشاط والظروف البيئيه والفرص والامكانيات المتاحه للمشروع . ولكن على أية حال طالما أن المبدأ الاساسى الذى ينبغى ان يحكم قرارات ادارة العمليـات الانتاجيه هو ضرورة تحقيق قدر معين من الانتاج بدرجه عاليه من الكفاءه ، فاننا يمكننا تعريف الكفاءه على أنها الاستخدام الامثل للمدخلات (كالمواده والعماله ، والالات ، والمعدات ) للحصول على المخرجات المتوقعه متضمنا ذلك تطبيق الاساليب العلميه التى تمكن من تحقيق ذلك( Levin, et. al., 1972 ).

وعلى أية حال ، فان مفهوم الفاعليه والكفاءه تعد من المفاهيم التى ترتبط بالعديد من الآراء . والجدير بالاهتمام أن نشير هنا الى أن تحقيق التوازن بيـن الفاعليه والكفاءه ينبغى أن يوصل الى تحقيق الاهداف المرغوبه (وليست المتاحه) مع الاخذ فى الحسبان أن يتم الاستفاده الكامله من الموارد المحدودة بدون اسراف والتأثير فى المتغيرات البيئيه و(أو) التكيف معها من أجل تحقيق الاهداف المرغوبه بالدرجه المطلوبه من الكفاءه ( Kreitner, 1983 ; Farmer & Macquillan, 1981 ; Griffin, 1984 ). وينبغى أن نشير هنا الى أن ذلك لن يتحقق الا عن طريق سد الفراغ الادارى وخفض الهوه بين النظريات والممارسات العمليه بحيث

يوصل ذلك الى الاستفاده المثلى من الموارد والتأثير و(أو) التكيف مع الظروف البيئيه والتغلب على القيود والمحددات بحيث يوصل ذلك الى تحقيق الاهـــداف المرغوبه (وليست المتاحه) على أمثل وجه ونقا لمعايير تحدد سلفا ( عـــرفه، وشـــلبى ، ١٩٩١ جا )٠

# نظـــام العمليـــات الانتاجيـــة

## مفهوم نظام العمليات الانتاجيـــه٠

-النظام عموما يتكون من مجموعة من العوامل أو العناصر المتداخلـــه والمتفاعله مع بعضها البعض لتحقيق هدف معين ( Lee, 1970 )٠ ونجد أن أى تغير فى أى عامل من العوامل يوءثر على باقى العوامل ٠ فمثلا اذا قمنا بتغيير كمية الانتاج التى سوف تنتج فان هذا يوءثر على كمية المخزون وساعات العمـــل العاديه والاضافيه، ويوءثر على باقى العوامل الأخرى ٠ ومن ذلك نجد أن النظـــام ما هو الا تجميع مرتب ومنظم لعناصر وأجزاء منفصله وان كانت تعتمد على بعضها البعض من أجل تحقيق هدف معين مرغوب فيه وتسعى المنشأه الى تحقيقه٠

وأيضا نجد أن كل نظام يعتبر فرعا من نظام أكبر وهكذا ٠ وعلى سبيل المثال نظام الانتاج يتكون من أنظمه فرعيه مثل نظام تخطيط الانتاج ، ونظام تجميل الآلات ونظام مراقبة الانتاج ، ونظام الصيانه ، ونظام مراقبة الجودة ، ونظام ضبـــط المخزون وغيرها . ونظام الانتاج بدوره نظام فرعى لنظام أكبر هو نظام المنشأه الذى يتكون من أنظمه فرعيه أخرى الى جانب نظام الانتاج كنظام التسويق ونظـــام التمويل ونظام الافراد ونظام المحاسبه ونظام الهندسه الصناعيه وغيرها٠ وأيضـا نظام المنشأه هو بدوره نظام فرعى لنظام أكبر هو نظام الصناعه التى ينتمـــى اليها نشاط المنشأه ، ونظام الصناعه هو بدوره نظام فرعى من نظام أكبر وهـــو نظام الاقتصاد القومى ٠٠٠٠٠٠ وهكذا ( Martino, 1972 )٠

وعلى ذلك فان نظام الانتاج هو اطار من الانشطه المتفاعله والمتداخله والتى من خلالها يتم خلق المنفعه أو التصنيع المادى (انتاج سلعه أو تقديم خدمـــــة). أى أنه عباره عن جهاز يتكون من مجموعه من العناصر والاجزاء والمتغيرات الاداريه والتنفيذيه والتى يتم التنسيق بينها على ضوء الظروف البيئيه المحيطه لتحقيق الهدف المرغوب والتى تسعى المنشأه لتحقيقه.

## خصائص نظام العمليات الانتاجيه

وبناء على ما سبق ، فان نظام الانتاج يتسم بالخصائص الاتية (Schoder-beck, 1971 ؛ عرفه ، وشلبى ، ١٩٩٠ جـ ١ ):

- أهداف النظـــــام.
- أجـــزاء النظـــام.
- البيئـــه المحيطـــه بالنظـــام.
- مدخلات ومخـــرجـــات النظــــام.
- ادارة النظـــــــام.

<u>أهـــــداف النظـــام.</u> أن ادارة الانتاج كنظام لها أهداف تسعـــــى لتحقيقها وهى انتاج السلعه أو تقديم الخدمه وذلك بالسعر المناسب ، وبالكميـه المناسبة ، وفى الوقت المناسب ، وبأقل تكلفه ممكنه مع تحقيق أكبر عائد ممكـــن أو غير ذلك.

<u>أجـــــزاء النظـــام.</u> ان نظام الانتاج يشتمل على أجزاء أو أقســـام معينه أو أنظمه فرعيه وهى تصميم الانتاج ، تصميم العمليات ، والصيانه ، ومراقبة الانتاج ، ومراقبة التكاليف ، ومراقبة الجوده وأيضا توجيه عمليات الانتـــاج التنفيذيه ، والاشراف على التنفيذ ، وتختص الاقسام الاستشاريه الفنيه بعمليـــات تصميم الانتاج والعمليات ، والتموين ، ومراقبة الانتاج والتكاليف والجـــوده ،

وتختص الاقسام التنفيذيه بتوجيه عمليات الانتاج التنفيذيه والاشراف والمراقبه على التنفيذ وما يترتب على أدائها من سلطات باعتبارها مسئوله عن النتائج الفعليه ، سواء من حيث الانتاج بالكميه وبالتوقيت وبالتكلفه المناسبه. وتقع عليهم المسئوليه النهائيه عن هذه النتائج . حقيقة أن بعض مهام التخطيط والرقابه قد فوض الى الاقسام الاستشاريه، غير أن هذا التفويض لا يعفى الاداره التنفيذيه من المسئوليه النهائيه لسبب أن السلطه النهائيه فيما يتعلق بالتخطيط والرقابه يجب أن تظل في يد الاقسام التنفيذيه ولا يعدوا دور الاقسام الاستشاريه إلا في تقديم خدمات متخصصه للمسئولين عن التنفيذ .

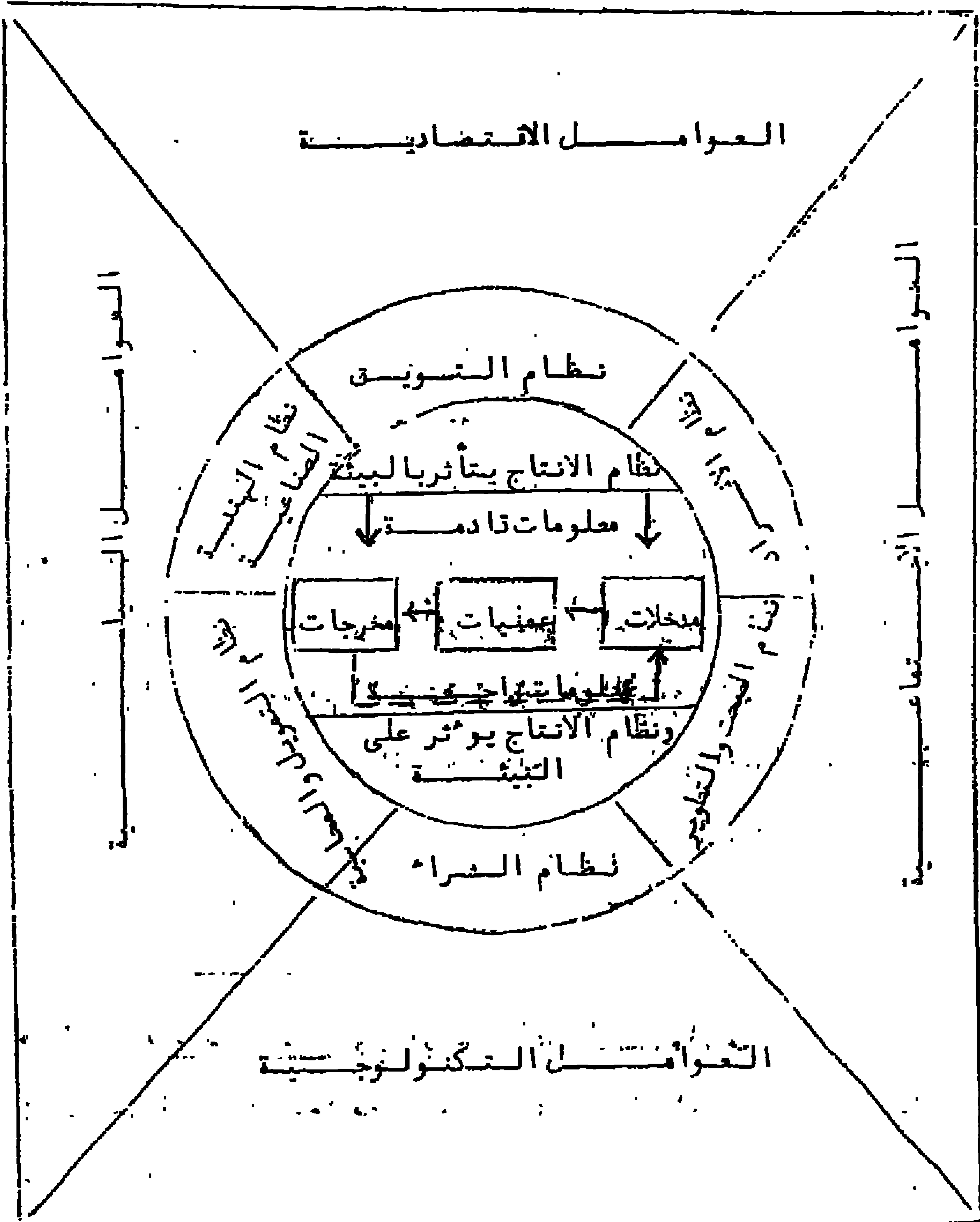
<u>البيئه المحيطه بالنظام .</u> تتمثل البيئه المحيطه بالنظام في كل العوامل المباشره وغير المباشره والتى توثر في سير وحركة وفاعليه النظام. وتنقسم البيئه المحيطه بنظام الانتاج الى بيئه داخليه وبيئه خارجيه ( Levin, et. al., 1972 ). البيئه الداخليه وتتمثل فى الانظمه الاخرى فى المنشأه والتى تتفاعل مع نظام الانتاج وتوثر وتتأثر به وهى نظام التسويق ، ونظام المحاسبه ، ونظام التمويل ، ونظام البحوث ، وغيره من الانظمه الاخرى فى المنشأه. والبيئه الخارجيه وتتمثل فى العوامل الخارجيه التى توثر على النظام. وسنتناول كل من البيئه الخارجيه والداخليه بشيء من التوضيح كما هو موضح فى شكل (٢).

<u>البيئه الخارجيه:</u> وتتكون البيئه الخارجيه من العديد من العوامل أهمها العوامل الآتيه :

<u>العوامل السياسيه.</u> وتتعلق تلك العوامل بالقوانين التى تسنها الدوله. وتشتمل على القوانين التجاريه والتى تحتوى على القواعد التى تسنها الدوله والمتعلقه بالعلاقات التجاريه وبراءة الاختراع . والقوانين العامه والتى تشتمل على القوانين التى تحكم الصحه والامان والرفاهيه للعمال ، والقوانين المتعلقه بالعوادم والمخلفات والغازات والاتربه وخلافه. والقوانين المتعلقه

شـــــكل (٢)

العوامل البيئية في علاقتها بنظام الانتاج



بالعمال والتي تشمل ساعات العمل المفروضه وظروف وضمانات العمل والمعاشات والبطاله والحد الأدنى للأجور وخلاف ذلك. ومثالا لمدى تأثير سياسة الدوله على قرارات نظام الانتاج ، نجد أنه لو قررت الدوله زيادة عرض النقود أو تخفيض الضرائب ، فان هذا يعنى زيادة دخل الفرد عموما . وكنتيجه لذلك فقد يحدث زيادة في الطلب على السلع والخدمات وبالتالي فعلى نظام الانتاج اتخاذ قرارات متعلقه بكميات المدخلات المختلفه بما يتلاءم والزياده المتوقعه فى الطلب وخلاف ذلك من الاجراءات التى قد يتم اتخاذها لمواجهة ذلك.

العوامل الاقتصاديه. وتشتمل العوامل الاقتصاديه على التغيرات فى مستوى الطلب ، والحاله الاقتصاديه العامه للدوله ، والمنافسه فى السوق والموردين ، ومصادر العماله المختلفه للمنشأه وغيرها.

العوامل التكنولوجيه. وتؤثر التغيرات التى تحدث فى التكنولوجيا على نظام الانتاج وذلك بادخال تعديلات على المنتجات أو الانتاج لمنتجات جديده تتلاءم والتطور الذى حدث وخلاف ذلك من الاشياء . أو قد يحدث تغير فى طرق ووسائل الانتاج نتيجه لاختراع آلات جديده أو طرق وأساليب جديده فى الانتاج

العوامل الاجتماعيه. تشتمل العوامل الاجتماعيه من بين ما تشتمل عليه ما يلى : التغيرات التى تحدث فى حجم السكان ، ودرجة التعليم ، ونسبة السيدات العاملات ، وتغير العادات والتقاليد والقيم والاتجاهات والوسائل الاعلاميه والتثقيفيه.

البيئه الداخليه. تتضمن البيئه الداخليه المحيطه بنظام العمليات الانتاجيه العديد من الانظمه (الادارات) المرتبطه بنظام (ادارة) العمليات الانتاجيه ، ونوضح أهمها فيما يلى ( Hopeman, 1976 ):

نظام التسويق. يقوم نظام (ادارة) التسويق بمد نظام (ادارة) الانتاج بالمعلومات الآتيه والتى تساعد ادارة الانتاج في القيام بوظيفتها

وتحقيق الهدف منهـــا :

(١) التنبوء بالمبيعات لمستويات الطلب في المستقبل وهذا التقدير لمستـــوى المبيعات في المستقبل ذات أهمية لنظام الانتاج لان ذلك المستوى هو الاساس الذى يحدد كمية المنتج ويتم بناء عليه التخطيط ووضع جداول الانتاج وخلافه .

(٢) يقوم نظام التسويق بمد نظام الانتاج بمعلومات وبيانات عن مختلف الطلبيات وهذا أيضا يساعد نظام الانتاج في تحديد الكميه المنتجه والخدمات المطلوبـــه وخـــلافه .

(٣) يقوم نظام التسويق أيضا بمد نظام الانتاج بمعلومات عن الجوده التى يتطلبها المستهلك . وهذه المعلومات ذات أهميه لنظام الانتاج في اعداد وتخطيط نظـــام الانتاج من ناحية اعداد الآلات والأدوات والعمليات لتحقيق الجوده المطلوبه .

(٤) وأيضا يقوم نظام التسويق بمد نظام الانتاج بالمنتجات الجديده والافكـــار الجديده والتى يحصل عليها من العملاء والمنافسين كنتيجه لطبيعة وظيفتها وهـــى الاتصال الدائم بالمستهلك وبالمنافسين .

(٥) يقوم نظام التسويق بمد نظام الانتاج بمعلومات عن المنتج من حيث مميزاتـــه وعيوبه وذلك لان نظام التسويق يكون على اتصال مباشر بالمستهلك وبالتالـــى يستطيع معرفة ردود الفعل من المستهلك عن المنتج ومد نظام الانتاج بذلك ، وبالتالى يستطيع نظام الانتاج التغلب على عيوب المنتج بما يمكن من تحقيـــق الاشباع الكامل للمستهلك وتحقيق الزياده في المبيعات في الاجل الطويل .

هذا من جهة ، ومن جهة أخرى فان نظام الانتاج يمد نظام التسويق بمعلومات عن مواعيد الطلبيات المختلفه ومتى سوف تشحن ، وأيضا يمده بمعلومات عن مستويات الجوده والمواد التى تم استخدامها وأيضا كيفية استخدام المنتج وخلاف ذلك .

نـظـام الـتـمـويـــل . تشتمل الوظائف الماليه من بين ما تشتمل علـــى الامداد بالاموال والاصول وادارتها . ونجد أنه توجد علاقه متبادله بين نظـــام

الانتاج والتمويل وتتمثل فى الآتـــــــى :

(١) يقوم مدير الانتاج بمد نظام التمويل بالميزانيه التى تشمل على المتطلبات المتوقعه والمصروفات المختلفه ،ويقوم نظام التمويل بمناقشة محتويات وعناصر الميزانيه مع نظام الانتاج ، وهذا يؤثر بالطبع على العمليات الانتاجيه.

(٢) أيضا يمد نظام التمويل مدير الانتاج بمعلومات عن العائد على الاستثمـار ، وكيفية حساب الاستهلاك ، والفائده المركبه ، وحساب الضرائب ومختلف العناصـر التى تؤثر فى الاستثمارات الرأسماليه وخلافه . ويحتاج نظام الانتاج هذه المعلومات عند القيام باستثمارات فى المعدات والمخزون وخلافه . وتعتمد على المعلومـات والنصح من نظام التمويل عند القيام بتلك الاستثمارات.

(٣) يقوم نظام التمويل بمد نظام (ادارة) الانتاج بالأموال اللازمه عند القيـام باعادة تصميم المصنع أو احلال آلات جديده أو طلب مخزون أو بناء مصنع مرفـق . فلابد من مناقشة هذه المشروعات مع الانظمه الماليه ، ويتم اتخاذ قرارات فـى تلك الموضوعات على ضوء الامكانيات الماليه المتاحه ومدى المساهمه فى تحقيـق أهداف المنشـأه .

(٤) أيضا يقوم النظام المالى بامداد نظام الانتاج بمعلومات عن الحاله الماليه العامه للمنشأه ، وذلك عن طريق اعداد الميزانيه العامه للمنشأه وحساب الارباح والخسائر . وهذه المستندات ذات أهميه لنظام الانتاج لمعرفة مستوى المنشـأه وأيضا لمعرفة مدى مساهمه نظام الانتاج فى تحقيق أهداف المنشأه وتنفيـذ الخطه الموضوعـــــه.

نظـام الـمحاســـبه. تتعلق وظيفة المحاسبه فى منشأه الاعمال غاليا بحفظ الملفات للأنشطه المختلفه للمنشأه. وأيضا تتعلق بالامداد بالمعلومـات المختلفه التى تساعد المديرين فى اتخاذ القرارات وامداد نظام الانتـــاج بالمعلومات الاتيـــــه :

(١) يقوم بمد نظام الانتاج بمعلومات عن التكاليف والتى تشتمل تكاليف المواد الأوليه ، والعماله المباشره ، والتكاليف غير المباشره. وهذه المعلومات ذات أهميه لادارة الانتاج لمعرفة مدى كفاءة نظام الانتاج ، وأيضا لمعرفة تكلفة المنتجات التى تم تصنيعها.

(٢) يقوم نظام الانتاج بأخذ تقارير خاصه عن العمليات المختلفه فى نظام الانتاج. وتشمل تلك التقارير تقارير عن المواد الأوليه والسلع تحت الصنع والتامه الصنع وساعات العمل المباشرة والاضافيه. وهذه التقارير ذات أهميه لادارة الانتاج كمعلومات مرتده لتقييم الأداء وبالتالى اكتشاف الانحرافات واتخاذ الاجراءات التصحيحيه للأنشطه.

(٣) يقوم نظام المحاسبه أيضا يمد نظام الانتاج بخدمات متعلقه بالحسابات المختلفه المتعلقه بالعمليات وخلاف ذلك من الخدمات المطلوبه.

**نظام الشراء** . يقوم نظام المشتريات فى منشآت الاعمال بطلب المواد الخام والمعدات والخدمات ومختلف الأشياء التى تحتاجها المنشأه ، وذلك فى الوقت المناسب وبالسعر المناسب وبالجوده المناسبه. ونجد أنه يوجد علاقه متبادله بين نظامى الانتاج والمشتريات فى تبادل المعلومات الآتيه :

(١) يقوم كلا النظامين بالتعاون فى اتخاذ القرارات المتعلقه بتحديد العناصر التى سوف يقوم بشراءها بالاسعار المعقوله ووفقا لحالة السوق وبناء على امكانيات المنشأه.

(٢) أيضا يقوم نظام المشتريات بشراء المواد فى الموعد المناسب والذى تحدده ادارة الانتاج طبقا لجداول الانتاج الموضوعه. وبالتالى لابد من وجود تعاون بين الطرفين حتى تصل المواد وخلافه فى الموعد المناسب ولا يتوقف الانتاج نتيجة لعدم وصول المواد فى موعدها.

(٣) يقوم نظام المشتريات أيضا ، نظرا لاتصاله بالموردين ومختلف الشركات ،

بمد نظام الانتاج بمعلومات عن استخدام مواد جديده في السوق ، وعن مختلف الآلات التي تظهر في السوق وتسهل عمليات الانتاج .

(٤) أيضا لابد من وجود تعاون بين النظامين ، فنجد أن نظام المشتريات يقوم بالرقابه على المخزون وبالتالي لابد من مد نظام الانتاج بمعلومات عن مستويات المواد الخام والسلع نصف المصنوعه والتامه الصنع حتى لا تتراكم وتسبب في زياده التكاليف أو تكون أقل من المستوى المطلوب مما قد يسبب تعطيل في العمليات الانتاجيه .

**نظام الأفـراد .**

(١) يقوم نظام الافراد بتوظيف العمال المختلفين والذين يمثلون عنصرا مهما من عناصر نظام الانتاج. وأيضا يقوم نظام الافراد باختيار العمال المناسبين والمائمين وبالمواصفات المطلوبه . كما يقوم بحل مشكلات العمال كمشكلات الذين يريدون النقل من قسم الى آخر أو الذين يريدون إنهاء أعمالهم وخلافه .

(٢) يقوم نظام الافراد بتدريب العمال واعداد برامج التوعيه لهم وهذا يساعد نظام الانتاج في تنفيذ برنامج الانتاج بكفاءة وزيادة الانتاجيه .

(٣) أيضا يقوم نظام الافراد بتنظيم علاقات العمال مع بعضهم ، وذلك في حالات الاضرابات المختلفه ، وحل مشكلات العاملين في حالات المرض والبطء في الانتاج وفي حالات التغيب عن العمل .

(٤) يتعاون نظام الانتاج والافراد فيما يتعلق بالاهتمام بتقليل الحوادث في نظام الانتاج ، ومرعاة الامان للعاملين حتى يقل معدل تلك الحوادث ويقل معدل الغياب ومعدل دوران العمل .

**نظام البحث والتطوير .** تؤدى وظيفة نظام البحث والتطوير في المنشأه نشاطين هامين : الأول يتعلق بالبحث عن الافكار الجديده ، وتشمل

كشف أشياء غير معروفه من قبل للمنشأه. والثانى يتمثل فى عملية تطوير هذه الافكار وادخال تحسينات عليها. مثال ذلك تطوير عمليات الصنع وعملية البحث عن مواد جديده وعدد متطورة حديثه للاستخدام وخلاف ذلك. ونجد أن نظام الانتاج يعتمد على نظام البحث والتطوير فيما يتعلق بالافكار الجديده والمتعلقه بتطوير العمليات الصناعيه بطريقه تحقق الانسياب الامثل فى العمليه الانتاجيه، وأيضا تحقيق أقصى كفاءة وتطوير المنتجات بطريقه تسهل استعمالها وتحقق الاشباع للمستهلك. وكذلك تحسين طريقة استعمال المواد الخام بطريقه تقلل الاسراف فى استخدام المواد، ووضع طريقه مثلى للاستخدام لتحقيق الاستفاده الكامله من استخدام المواد.

نظام الهندسه الصناعيه: يعتبر نظام الهندسه الصناعيه مسئولا عن ترجمة الافكار الجديده التى يقدمها نظام البحث والتطوير ونظام التسويق ونظام الشراء الى الواقع العملى. وأهم وظيفه يقوم بها نظام الهندسه الصناعيه هى البحث عن طريقه انتاج السلع والخدمات باستخدام مدخلات معينه وما تشمل عليه تلك المدخلات من قيود متعلقه بطبيعة المصنع، والمواد، والعماله والتسهيلات المختلفه. وأهم المعلومات التى تحتاجها ادارة الانتاج وتقوم ادارة الهندسه بمدها هى:

(١) تقوم ادارة الهندسه الصناعيه بمد نظام الانتاج بأحسن الطرق لانتاج السلع والخدمات، وذلك عن طريق دراسة مبادئ الحركه والزمن، وخرائط العمليات واستخدام الكميرات التى تسجل العمل. وبذلك يستطيع نظام الانتاج باستخدام تلك المعلومات تحديد كيفية تتابع العمليات والالات التى سوف تستخدم ونوع الادوات والمواد الخام المستخدمه وخلاف ذلك.

(٢) أيضا يمد نظام الهندسه الصناعيه نظام الانتاج بمعلومات عن الوقت الذى يأخذه العامل المتوسط فى انتاج سلعه أو تقديم خدمه. وهذا الوقت ذات أهميه

لنظام الانتاج لتحديد الوقت اللازم للانتهاء من طلبيه معينه. وأيضا يساعد الادارة فى وضع جدوال الانتاج بطريقه تحقق انسياب العمليات بكفاءة ، وأيضا فى استخدام معايير الوقت فى عمل نظم الحوافز المختلفه.

(٣) يمد نظام الهندسه الصناعيه نظام الانتاج بمعلومات عن طريقة مناولة المواد وتصميم المصنع من الداخل بطريقه تحقق أقل التكاليف ، وهذه المعلومات مهمـه لتصميم نظام الانتاج وبالتالى تحقيق الاهداف.

(٤) يقوم أيضا نظام الهندسه الصناعيه بمد نظام الانتاج بتصميم نظام للصيانـه مما ينتج عنه انسياب في العمليات الانتاجيه بدون تعطل. وهذا النظام ذو أهميه لنظام الانتاج نظرا لان أى عطل فى أى جزء من النظام سوف ينشأ عنه توقف النظام بأكمله وذلك فى أنظمة الإنتاج المستمره. كما أن هذا النظام سوف يمنع وجود أى عطل أو على الاقل يقلل من احتمال حدوث الاعطال.

ومن ذلك نجد أنه لكي يتم القيام بمهام نظام الانتاج بكفاءة وفاعليه فانه ينبغي وجود تعاون وتضافر بين نظام الانتاج وجميع الانظمه الاخرى بالمنشأه حـتى يتم تحقيق الاهداف المرغوبه وهى انتاج سلعه أو تقديم خدمه على أمثل وجه ممكن. إن ذلك يتأتى بسبب العلاقات المتداخله بين نظام الانتاج والانظمه الفرعيه الاخرى بالمنشأه ، حيث توجد علاقات تأثير وتأثر بين نظام الانتاج وباقى الانظمه الاخـرى بالمنشأه. ومن ثم فان ذلك يتطلب تضافر الجهود والعلاقات التعاونيه بين ذلـك النظام وتلك الانظمه الفرعيه الاخرى بالمنشأه حتى يمكن تحقيق الاهداف المرغوبـه على الوجه الامثـل.

<u>مدخلات ومخرجات النظام</u>.. لكي يحقق نظام الانتاج الهدف منه فلابد من أن تكون له مدخلات تتناسب مع طبيعة المخرجات. فنجد أن المدخـلات بالنسبه لنظام الانتاج تشتمل على المواد الاوليه والعماله والالات المستخدمه فـى المناوله والبضاعه نصف المصنوعه والطاقه وخلافه ، وبعد تجميع المدخلات تبـدأ

عمليات التشغيل ، ونجد أن تلك العمليات تختلف في عددها ونوعيتها باختلاف الصناعات فقد يوجد بعض عمليات التخزين خلال تلك العمليات • ويعتمد ذلك على نوع السلعه وطبيعتها • وبالطبع فان آخر مرحله هي الحصول على السلع التامه الصنع أو انجاز الخدمه (مخرجات)• ويجب أن تكون تلك المخرجات ذات أسعار مناسبه وأن تنتج بالكميه وفي الوقت المناسب • والهدف الاساسي من تلك العمليات قد يكون تحقيق الربحيه• ولو أن الهدف قد يختلف باختلاف المجتمعات فقد يكون الهدف خدمة المستهلك أو أي أهداف إجتماعيه أخرى تسعى المنشآت المختلفه الى تحقيقها • وعلى أية حال ، فان هدف الربحيه مهم لبقاء المشروعات المختلفه • ويجب السعي نحو تحقيق الربحيه بالاضافه الى تحقيق الأهداف الأخرى لان ذلك قد يعتبر ضروريا لقياس مدى نجاح أو فشل المشروعات في تحقيق أهدافها •

<u>ادارة النظام</u> • وأخيرا لابد أن يكون لكل نظام ادارة تتولى تخطيط وتنظيم وتوجيه ورقابة أوجه الانشطه المختلفه بهدف تحقيق الأهداف • فالادارة تقوم بوضع الأهداف والسياسات والاجراءات الخاصه بنظام الانتاج • فنجد أن مديروا الانتاج والمشرفون يتابعون جدولة الاعمال ووضع العمال في الأعمال المختلفه كل حسب قدرته ، كما يتابعون توفير الامكانيات اللازمه في الوقت المناسب لتشغيل نظام الانتاج ، كما يتابعون أيضا وضع معدلات لقياس الأداء • وذلك لتحقيق مستوى الرقابه والاشراف المطلوب حتى لا ينحرف النظام عن الطريق المرسوم لتحقيق الاهداف المرغوبه وليست المتاحه على الوجه الامثل •

## المشكلات المتعلقه بنظام الانتاج

ان الهدف الاساسي من العملية الانتاجيه هو انتاج سلعه أو تقديم خدمه • ولتحقيق ذلك تقوم ادارة الانتاج بتصميم نظام الانتاج والرقابه على ذلك النظام • وتتمثل المشكلات التي تواجه ادارة الانتاج في الآتي( Hopeman, 1976 ):

**مشكلات متعلقه بتصميم نظام الانتاج .** لا يوجد تصميم أمثل لنظام الانتاج يصلح للتطبيق في كل الاوقات وعلى جميع المنشآت ، حيث تختلف أنظمة الانتاج باختلاف المنشآت وأيضا قد تختلف في المنشأه الواحده باختلاف وتغير الظروف . وتتمثل أهم المشكلات منذ البدايه في كيفية تحديد موقع المصنع فيجب عند الاختيار بين المواقع البديله مراعاة القرب من الاسواق ومواقع المواد الخام ومدى توافر المياه والمناخ والتسهيلات بالنسبه لوسائل المواصلات والتخلص من النفايات والعوادم وخلافه . ويجب مراعاة خصائص المجتمع والقوانين الحكوميه والأمن الصحى للعمال ومراعاة تلوث الجو بالغازات والذى قد يوءثر على صحه المواطنين إلى غير ذلك .

ومن المشكلات المتعلقه بتصميم نظام الانتاج مشكلات العمال أنفسهم داخل المنظمه وتتمثل في الاتجاهات والقيم التى توءثر على دوافع وأداء وسلوك العاملين ، فنجد مثلا أن العامل قد يسعى لتحقيق احتياجات معينه بالاضافه الى الاحتياجات الاوليه . فقد يكون العامل بحاجه الى تحقيق الذات ، والانجاز ، والمساهمه في الجماعه وخلاف ذلك من الحاجات وهذه قد توءثر على انتاجيته اذا لم يتم اشباعها . ولذلك فانه يجب تصميم نظام الانتاج بطريقه تساعد على اشباع تلك الحاجات للعمال . ويتم ذلك عن طريق تنويع العمل وجعله غير روتيني واستخدام أنظمه الحوافز والدوافع لاشباع حاجات العمال الى غير ذلك من الاساليب التى تساعد على تحقيق زيادة الانتاج وحل مشكلات العاملين داخل النظام باعتبارهم عامل أساسي في تشغيل النظام .

ويوجد أيضا مشكلات متعلقه بتصميم وتصنيع المنتج ، فنجد أن الاكتشافات والابحاث توفر دائما أشياء جديده وقد يوءثر ذلك على نظام الانتاج مما يوءدى الى تغييره أو خلق نظام جديد . ولذلك يجب مراعاة المرونه عند تصميم جهاز الانتاج بما يساعد على تكيفه للظروف المتغيره التى تحدث وذلك بدون تحمل نفقات

باهظه . ويوجد العديد من المحددات الاخرى التى قد تعوق تصميم نظام أمثل للانتاج كالمساحه المتاحه والامكانيات الماديه والبشريه الى غير ذلك .

مشكلات متعلقه بالتخطيط والرقابه على نظام الانتاج . عند تخطيط نظام الانتاج يجب تحديد الاهداف بوضوح سواء كانت أهداف عامه أو أهداف خاصة متعلقه بالاقسام المختلفه . ويجب تحديد الاعمال اللازمه لتنفيذ وتحقيق هذه الأهداف وأيضا معرفة الامكانيات اللازمه لتنفيذ وتحقيق هذه الأهداف ووضع جدول زمنى لكل عملية يوضح على وجه الخصوص وقت الابتداء ووقت الانتهاء منها . ومتى تم وضع الخطه تبدأ عملية التنفيذ الفعلى للخطه حيث تتم مهام الرقابه والتوجيه قبل وأثناء وبعد ذلك لاكتشاف الانحرافات ومنعها و(أو) تصحيحها ، وللتأكد من مطابقة التنفيذ للخطه الموضوعه . وعلى ذلك فقد تظهر أثناء وضع الخطه مشكلات متعلقه بتحديد الكميه المثلى للانتاج ومتى يتم الانتاج والطريقه التى سوف يتم بها الانتاج والاجراءات المتعلقه بمراحل التنفيذ وغيرها . وأيضا قد تظهر مشكلات أثناء عملية التوجيه والرقابه تتعلق بكيفية الرقابه على الكميه ، والجوده ، والتكاليف والمخزون والصيانه للآلات ورقابة العمال وخلاف ذلك من المشكلات .

## الرقابه على نظام الانتاج .

ان ادارة الانتاج فى المشروعات الصناعيه ليست مسئوله فقط عن إتمام عملية الانتاج وتقديم السلع التامه فى الوقت المناسب وبالكميه المطلوبه والجوده المناسبه وإنما هى مسئوله أيضا عن تنظيم وادارة المصنع الذى تتم فيه عملية الانتاج ، ومسئوله عن تنظيم وادارة الآلات والأفراد الذين يقومون بعملية الانتاج، ومسئوله عن ادارة وتنظيم المواد والمهمات التى تستعمل فى عملية الانتاج . واذا نظرنا الى ذلك نجد أن ادارة الانتاج مسئوله عن عملية الانتاج مسئوليه مباشره ، أما مسئوليتها عن تنظيم وادارة المصنع وعن تجميع عناصر الانتاج فهى مسئولية

مشتركه مع باقى ادارات المشروع المتعلقه بحركة المنتج.ويتفاوت دور نظام الانتاج فى تلك المسئوليه المشتركه من منشأه الى أخرى ويعتمد ذلك على طبيعة الصناعــه ( Optner, 1965 )• وأيضا نجد أن من الواجبات الرئيسيه الأخرى لنظام الانتاج بجانب ما سبق ، مراقبة الانتاج من حيث مطابقته للمعايير الموضوعه فى الخطــه• ولكى يتمكن قسم المراقبه والفحص من أداء مهمته لعملية الرقابه، فيجب أن يكون هناك معايير موضوعه يتم على أساسها الرقابه وأيضا أن يكون القسم ملما إلماما كاملا بكيفية الانتاج من حيث النوعيه والطبيعه والمواصفات التفصيليه ومواعيـد التسليم وخلافه• ونجد أن عملية الرقابه لا تقتصر فقط على الوحدات التامه الصنع. وإنما تبدأ قبل وأثناء استلام المواد الأوليه حيث يتم وضع المواصفات المطلوبـه قبل الحصول على المواد ، وأيضا يتم فحصها ومراقبتها قبل القيام باستعمالهــا ثم تستمر عملية المراقبه والفحص خلال مراحل الانتاج المختلفه وفى كل مرحلـــه حتى يتم الانتهاء من الانتاج والحصول على المخرجات كما هو موضح فى شكل (٣)•

ونحقق عملية الرقابه هدفين رئيسيين وهما كشف القطع المعيبه والانحرافــات فى الوقت المناسب كى يتفادى المشروع نفقات اخضاع هذه القطع للعمليات الصناعيه الاخرى اللاحقه ، وأيضا المحافظه على سمعة وشهرة المشروع الناتجه عن عدم عـــرض سلع معيبه ضمن السلع السليمه• ولا تقتصر عملية الرقابه على كشف المعيب بل لابد من معرفة أسبابه ، وذلك حتى يتمكن قسم الرقابه من تقديم الاقتراحات والارشادات اللازمه لتفادى الوقوع فى نفس الخطأ فى المستقبل ( Buffa, 1975 )•

ان الرقابه على الاداء للعمليات المختلفه وفقا لذلك تتم عن طريق قيـــاس الاداء الفعلى ومقارنته بالمعايير الموضوعه فاذا لم يوجد انحرافات عند مقارنة المعايير بالاداء الفعلى ، فان نظام الرقابه يستمر فى اعطاء معلومات راجعه عـن ذلك• أما اذا وجدت انحرافات عن المعايير الموضوعه فان نظام الرقابه يقـــوم بترجمة تلك الانحرافات واتخاذ القرارات لتصحيح تلك الانحرافات واعطاء المعلومات

شـــــــــكل (٢)

الـرقـابـه عـلى نـظــــام الانـتــــاج



الراجعه عن ذلك. ومن هنا نجد أنه لتحقيق عملية الرقابه على الجوده مثلا فلابد من توافر الشروط التاليه:

(١) وجود المقاييس والمواصفات المتعلقه بمتطلبات الجوده التى هى تحت القياس.

(٢) وجود عمليات فحص دقيقه وذلك بغرض كشف السلع المعيبه وعزلها عن السلع غير المعيبه حتى لا تمر بعمليات إنتاج أخرى ، وحتى لا تتكلف المنشأه الكثير نتيجة لذلك ، وأيضا محاولة معرفة أسباب وجود تلك السلع المعيبه. وهل يرجع السبب الى وجود خلل فى الآلات أم يرجع الى أن المواد الداخله فى العملية الانتاجيـــه

ليست على المستوى المطلوب من الجوده. أم يرجع السبب الى اهمال العمال أو أن العمال ليسوا على المستوى المطلوب من التدريب وغير ذلك من العوامل التى قد تسبب انحراف الانتاج عن المعايير الموضوعه والمطلوبه.

(٣) أيضا يجب توفر طرق فنيه لاصلاح العيوب وانقاذ ما يمكن انقاذه حتى لا ترتفع تكاليف الصنع والذى قد يؤدى بدوره الى ارتفاع سعر بيع الوحده أو تحقيق بعض الخسائر . ومن الجدير بالذكر ملاحظة أن الرقابه هنا لا تقتصر على مجرد اكتشاف الاخطاء والانحرافات والقيام باتخاذ الاجراءات التصحيحيه لمنع حدوث وتكرار الاخطاء ومعرفة الاسباب فى ذلك وانما الرقابه تتعدى ذلك الى القيام بالمتابعه وذلك لمنع حدوث الانحرافات ، أى لابد من وجود نظام للرقابه التصحيحيه ونظام للرقابه المانعه.

## أهداف نظام العمليات الانتاجيه

اننا اذا بحثنا عن الوظائف التى تتضمنها منشآت الأعمال فاننا نجد أن هناك وظيفتين أساسيتين من بين تلك الوظائف الاساسيه التى تقوم المنشآت بأدائها لتحقيق مستوى معيشى معين لأفراد المجتمع . الوظيفه الأولى هى : خلق السلع والخدمات ، والوظيفه الثانيه هى : تسهيل تسليم تلك السلع والخدمات لأفراد المجتمع . ان الوظيفه الأولى تعرف بالانتاج أما الوظيفه الثانيه فتعرف بالتسويق . ان انتاج وتسويق السلع والخدمات يساهم فى رفع مستوى المعيشه لأفراد المجتمع ، حيث يؤدى ذلك الى اشباع حاجات ورغبات المستهلكين ونظرا لأن السلع والخدمات تتضمن المنفعه نظرا لاشباعها لحاجات ورغبات المستهلكين ، فانها تصبح ذات قيمه تجعل المستهلك راغبا فى أن يدفع مقابلا من أجل شرائها . وبالتالى فان خلق سلع وخدمات ذات قيمه يصبح هدفا اساسيا من أهداف المنشأه الانتاجيه يستدعى قيامها

بوظيفة الانتـاج ( Hopeman, 1976 ).

وقد أوضح بفّا " Buffa " ان وظيفة الانتاج تتمثل فى العملية التى يتم عن طريقها خلق السلع والخدمات ( Buffa, 1973 ). وقد أكد أيضا ليفين ، ولامون ، وكوتاس ، وماكلانجلن " Levin, Lamone, Kottas & Mclangline " على أن وظيفة الانتاج تتمثل فى عملية تحويل المدخلات الى المخرجات المحدده مسبقا ( Levin, et. al., 1972 ). وعلى ذلك فان عمليات الإنتاج توجد فى المصانع ، والمكاتب ، والمستشفيات ، وغيرها . وتتمثل وظيفة ادارة الانتاج فى اتخاذ القرارات المتعلقه بالعمليات الانتاجيه وغيرها . وعلى ذلك فان عملية إنتاج السلع والخدمات يتم وفقا لمعدلات معينه سواء ما يتعلق منها بالكميات المنتجه أو الجوده أو تكلفة الانتاج . ولتحقيق هذه الاهداف فان ادارة الانتاج تقوم بمجالين مـــن المجالات العريضه هما تصميم نظام الانتاج والرقابه على هذا النظام .

وقد أوضح هوبمان " Hopeman " أن الهدف الأساسى لادارة الانتاج هو الامـداد بالسلع أو الخدمات ، وأيضا تعظيم القيمه (الفرق بين قيمة المدخلات وقيمـة المخرجات تمثل القيمه المخلوقه). أى أن الهدف الاساسى فى الأجل الطويـل بالمنشآت التى تسعى الى الربح هو تحقيق تعظيم العوائد وذلك عن طريق العمـل على الحصول على المدخلات بأقل التكاليف وفى الوقت المناسب مع الأخذ فى الاعتبار البيئه المحيطه بالمنشأه والتنظيمات الحكوميه ( Hopeman, 1976 ).

ولعدة سنوات ، فان ادارة الانتاج غالبا ما كانت مرتبطه بادارة المصنـع . وكمجال للمعرفه وأيضا من الناحيه المنطقيه فان ادارة الانتاج نمت وتطورت بدرجه كبيره فى المصنع وذلك نظرا لان المشاكل المرتبطه بالانتاج ظهرت أول ما ظهرت فى المصنـع.

وفى المراحل الأولى لتطور ادارة الانتاج كان التركيز على مراقبة تكاليـف العماله ، وكان هذا بالطبع منطقيا ، وذلك نظرا لأنه فى الماضى ، وخاصة فـى

عمر فردريك تايلور " Fredrick Taylor " كانت تكاليف العماله تمثل جزءا غير هين من تكاليف الانتاج ومع الاتجاه المتزايد الى استخدام الآلات وكذا الآلات ذاتيه الحركه ، فان الموقف قد تغير تغيرا كبيرا فنجد أن تكاليف العماله غير المباشره فى المصنع قد زادت زياده هائله بالمقارنه بتكاليف العماله المباشره. وعلى ذلك فقد تم تطوير مجالات تصميم واختيار الآلات ورقابة تكاليف العماله غير المباشره ورقابة الانتاج والمخزون وأيضا رقابة الجوده وغير ذلك.

كما نجد أنه قد حدثت بعض التطورات الاضافيه خارج نطاق المصنع ، فبينما كان الاتجاه يتزايد فى التركيز على المصنع ، فقد بدأت أهمية القطاع الخدمى فى الظهور بزيادة مضاعفة فى المكاتب ، وعلى ذلك فقد ظهرت الحاجه الى زيادة الاهتمام بالمجالات الخدميه . وبالرغم من أهمية وظيفة الانتاج من أجل تقديم المخرجات من السلع الملموسه ، الا أن البعض يعتبر أن وظيفة الانتاج لا تقل أهمية لأجل تقديم المخرجات من الخدمات. واذا نظرنا الى الواقع فاننا نجد أن هناك تشابها كبيرا بين تقديم المخرجات من السلع وتقديم المخرجات فى صورة خدمات ، وذلك بالرغم من الاختلافات فى المدخلات المستخدمه وعمليات التحويل اللازمه ونوع المخرجات النهائيه ( Levin , et. al., 1972 ).

ومن أجل تحقيق المنشأه للانتاج بكفاءة باعتباره مهمه أساسيه يتعين على ادارة العمليات الانتاجيه تحقيق الأهداف الفرعيه الاتيه ( Hay , 1968 ):

(١) زيادة الانتاج عن طريق الآتـــى :

أ ) تحقيق النمو عن طريق زيادة عدد الوحدات المنتجــه.
ب) تحقيق التكامــل الدائــرى.
جـ ) تحقيق التكامل الجانبــى.
د ) تحقيق التكامل الرأســى.
هـ ) تحقيق التكامل الافقــى.

(٢) خفض تكاليف الانتـــاج.

(٣) تطوير طـــرق الانتـــاج.

(٤) تطويـــر جـــودة الانتـــاج .

(٥) تطويـــر المهارات الاداريـــه والبشريـــه .

## زيـــادة الانتـــاج

وتتم زيادة الانتاج من خلال تحقيق أهداف فرعيـــه كالآتـــى :

تحقيـق النمـو (زيادة عدد الوحدات المنتجه). بافتراض وجود طلب متزايد على المنتج ، فان زيادة عدد الوحدات المنتجه منه سوف يؤدي الـــى زيادة اشباع حاجات أفراد المجتمع من جهه ، وزيادة عوائد المنشأه من جهـــه أخرى ، وذلك بافتراض ثبات التكاليف الثابته وكذا التكاليف المتغيره للوحـده وعدم تغيرها بالزيادة نتيجة زيادة الوحدات المنتجه.

تحقيـق التكامـل الدائـري . وهنا لا تتم زيادة الانتاج من خـلال زيادة عدد الوحدات المنتجه من المنتج ، وانما باضافة خطوط انتاج مكمله لانتاج منتجات أخرى بديله أو مكمله . فالمنشأه التى تنتج الشاى قد تنتج الشاي المثلج ، والمنشأه التى تنتج القمصان الرجالى قد تنتج القمصان الحريمي . .

تحقيـق التكامـل الجانـبي . ويتم زيادة الانتاج من خلال التكامـل الجانبى باضافة خطوط انتاج جانبيه تنتج منتجات مختلفه وغير مرتبطه بالمنتـج الرئيسى للمنشأه ، كأن تنتج منشأه لصناعة الملابس الجاهزه أجهزه للحاسب الآلى ، أو أن تنتج منشأه للصناعات الكيماويه الأدوات الكهربائيه على سبيل المثال .

تحقيـق التكامـل الـرأسـى . وتتم زيادة الانتاج باضافة خطوط انتاج ضروريه لانتاج المنتج الاصلى ، أو يكون المنتج الاصلى ضرورى لانتاجها ، ويسمى الاول بالتكامل الرأسى الخلفى ، والثانى بالتكامل الرأسى الامامى . ومن أمثلة التكامل الرأسى الخلفى أن تنتج المنشأه المواد الخام التى تستخدم فى انتاج المنتـج ، كقيام منشأه لصناعة الصلب بانتاج الحديد الخام الذى يستخدم فى انتاج الصلب .

ومن أمثلة التكامل الرأسي الامامي قيام منشأة لصناعة الصلب بانتاج الجرارات التي يستخدم الصلب في انتاجها .

تحقيق التكامل الأفقي . وتتم زيادة الانتاج هنا بالتوسع الأفقي من خلال انشاء فروع أخرى للمنشأة في مناطق مختلفة من أجل انتاج المنتجات التي تقوم المنشأة بانتاجها .

والجدير بالذكر أن نشير الى أن هناك العديد من الاهداف الفرعية الاخرى التي قد تتبناها المنشأة من أجل تحقيق هدف زيادة الانتاج ومن بينها الحصول على أو الاندماج مع منشأة أخرى واتفاقات الانتاج المشترك والاتحادات مع المنشآت العملاقة ، الى غير ذلك .

## خفض تكاليف الانتاج .

تهدف ادارة العمليات الانتاجية من بين ما تهدف اليه الى خفض تكاليف الانتاج ، حيث لا يقل ذلك الهدف أهمية عن هدف زيادة الانتاج . فمن خلال خفض تكاليف الانتاج يمكن للمنشأة أن تقوم بانتاج نفس المنتجات بنفس الدرجة من الكفاءة الى نفس المستهلك ، ولكن مع زيادة العوائد التي تتحقق من ذلك للمنشأة . كما أن المستهلك أيضا يمكن أن يستفيد من خفض تكاليف الانتاج وذلك بتقديم نفس المنتجات له بأسعار منخفضة .

ويمكن للمنشأة الانتاجية خفض تكاليف الانتاج وذلك بفحص جميع الوظائف والعناصر الجزئية المرتبطة بالعملية الانتاجية ، والتكاليف المرتبطة بها ، ثم مقارنة تلك التكاليف بالعوائد التي يمكن أن تتحقق من ورائها . وهنا تبدو أهمية دراسة الكفاءة الانتاجية وأساليب رفع تلك الكفاءة ، وذلك باعتبار أن خفض التكاليف بالمقارنة بالعوائد هو أحد مؤشرات قياس الكفاءة الانتاجية . فعلى سبيل المثال ، فانه يمكن دراسة الحركة والوقت لكل عامل من أجل تقرير

مدى كفاءة العمليات التى يقوم بها ، حيث تتمثل تلك الدراسة فى خفض التكاليف ورفع كفاءة العمل . ويكون ذلك باستبعاد الحركات غير الضروريه لكل عنصر من عناصر العمل ، ومن ثم تخفيض الوقت اللازم لأداء كل عنصر وما يترتب عليه من تخفيض فى تكلفة العمل ورفع كفاءته . وعلى مستوى نظام الانتاج ككل فانه يمكن تبنى نظام للانتاج يمكن من خفض الوقت اللازم للانتاج ومن ثم خفض تكاليف الانتاج ، وعلى سبيل المثال فانه يمكن تبنى نظام الانتاج فى الوقت المحدد ( JIT ) وهو ما تتبناه دول العالم المتقدمه فى الانتاجيه وعلى رأسها اليابان ( Manoo-chehri , 1985 ) .

ان هناك علاقه وثيقه أيضا بين هدف زيادة الانتاج وهدف خفض التكاليف ، وذلك لان زيادة الانتاج تحقق للمنشأه اقتصاديات انتاج الحجم الكبير . فزيادة الانتاج تمكن من خفض تكلفة الوحده المنتجه مع زيادة اجمالى الوحدات التى تنتجها المنشأه بسبب توزيع التكاليف الثابته على عدد أكبر من الوحدات . ومثالا على ذلك ، فلو فرضنا أن أحد المنشآت لانتاج المعلبات الغذائيه تنتج بطاقه انتاجيه تعادل ١٠ر٠٠٠ وحده فى السنه (علما بأن تلك الطاقه تعتبر نصف الطاقه الانتاجيه القصوى المتاحه بالفعل للمنشأة)، وأن التكاليف الثابته للانتاج تعادل ٣٠٠٠ جنيه ، والتكلفه المتغيره للوحده تساوى ٢٠ قروش ، وثمن بيع الوحده يعادل ٥٠ قرشا .

ومن المعلومات السابقة يمكن حساب اجمالى التكاليف لانتاج ١٠ر٠٠٠ وحده حيث تساوى ٤ر٠٠٠ جنيه . وهذا يعنى أن تكلفة الوحدة تعادل ٤٠ قرش ، والعائد منها يعادل ١٠ قرش . ولو تم زيادة الانتاج الى ١٥ر٠٠٠ وحده ، فسوف يكون اجمالى تكاليف انتاج تلك الوحدات مساويا ٤ر٥٠٠ جنيه . وهذا يعنى أن تكلفة الوحده الواحده سوف تنخفض نتيجة زيادة عدد الوحدات المنتجه من ١٠ر٠٠٠ وحده الى ١٥ر٠٠٠ وحده حيث تصبح تكلفة انتاج الوحده ٣٠ قرش ، مما يؤدى الى زيادة

العائد من الوحده الواحده الى ٢٠ قرش. وهذا يوضح العلاقه الوثيقه بين زيادة الانتاج وخفض تكاليفه فى حالة عدم الاستغلال الكلى للطاقه فى المنشأه.

وكما أن الزيادة فى الانتاج تساهم فى خفض تكاليف الانتاج ، فان خفض تكاليف الانتاج يمكن أن يساهم أيضا فى زيادة الانتاج . حيث أن المنشأه قد تصبح فى مركز تنافسى أفضل نتيجة تمكنها من خفض تكاليف الانتاج ، وبالتالى يمكنها تخفيض سعر بيع الوحده مما يؤدى الى زيادة الاقبال على انتاج المنشأه بالمقارنه بالمنشآت المنافسه ، وبالتالى تتمكن من زيادة الانتاج لمواجهة ذلك الطلب المتزايد .

## تطوير طرق الانتاج

ان أهداف ادارة الانتاج لا تتوقف عند زيادة الانتاج وخفض التكاليف . وانما على نظام الانتاج أن يفحص اجراءات وطرق العمل بصورة مستمره ، وذلك من أجل تطويرها وذلك بتحسين بعض الطرق والاجراءات التى يمكن تحسينها والغاء البعض الآخر الذى يمكن الاستغناء عنه . كما أن تطوير طرق الانتاج يمكن أن يتحقق فى بعض الاحوال بتغيير تسلسل أو تتابع الوظائف أو الأعمال التى يتم أداثها .

ان تطوير طرق الانتاج يمكن من تسهيل أداء ورفع كفاءة ذلك الأداء مع خفض التكاليف والوقت اللازم للأداء . كما أن تطوير طرق الانتاج يمكن من المساهمه الفعاله فى زيادة الانتاجيه وخفض تكاليف الانتاج .

ويوجد العديد من الطرق لتحسين وتطوير طرق الانتاج ومنها دراسة الحركه والوقت من أجل تحليل وتطوير طرق العمل . حيث تمكن تلك الدراسه من تحليل العمل الى عناصره الفرعيه ، ودراسة الحركات الضروريه لأداء تلك العناصر . ومن ثم يمكن الغاء أو تعديل بعضها أو اضافة البعض الآخر . كما يمكن اجراء بعض التعديلات فى تتابع وتسلسل تلك الحركات معا قد يترتب عليه أداء أفضل وأسرع وتكلفه

أقل للعمل .

ان الكثير من دول العالم المتقدمه فى الانتاجيه تتجه حاليا الى تطوير الاساليب التقنيه ليس فقط فيما يتعلق بالعمليات بل يتضمن ذلك أيضا المدخلات التقنيه لعمليات الانتاج ، وعلى سبيل المثال فان منشآت الانتاج اليابانيه باعتبارها من أولى المنشآت تقدما فى الانتاجيه تتبنى ما يسمى بتكنولوجيا التجميع " Group Technology " . ويقوم مفهوم تكنولوجيا التجميع على أساس الاستفاده الكامله من التماثل والتشابه فى الانظمه والمعدات والآلات والادوات المتنوعة الاغراض أو حتى التجميع على أساس التماثل والتشابه فى نوعية المشكلات وذلك بما يمكن من تحقيق العديد من المزايا التى تؤدى الى زيادة الانتاجيه ( Hyer and Wemmerlöv, 1984 ).

## تطوير جودة المنتج .

يعتبر تطوير جودة المنتج أحد أهداف نظام العمليات الانتاجيه والذى لا يقل أهمية عن الأهداف السابقه ، كما أنه يرتبط ارتباطا وثيقا بها . فبالاضافه الى أن تطوير جودة المنتج يمكن من رفع الكفاءة الانتاجيه ، فان تطوير جودة المنتج يعنى زيادة درجة رضاء المستهلك نتيجه لزيادة درجة وفاء المنتج بحاجاته ورغباته الحاليه والمرتقبه . وذلك يعنى زيادة درجة اقباله على المنتج بالمقارنه بالمنتجات المنافسه ، ومن ثم زيادة انتاجية المنشأه وانخفاض تكاليف انتاجها وما يترتب على ذلك من زيادة النفع للمنشأه وللمجتمع ككل . وهذا ما حدا بالمنشآت الانتاجيه اليابانيه باعتبارها من أفضل المنشآت تقدما فى الانتاجيه ، الى تطبيق أساليب فعاله لتحسين الانتاج وجودته فالمنشآت الانتاجيه باليابان تطبق حاليا ما يسمى بدوائر الجوده ( QC ) ( Werther, 1982 ). ويقوم أسلوب دوائر الجوده على أساس تكوين مجموعات من المشرفين والعاملين الراغبين

والمدربين على حل مشكلات الانتاج ، حيث تقوم تلك المجموعات باختيار المشكلات وغيرها وتفحصها والعمل على التوصل الى الحلول العمليه لها بما يمكن من تحقيق الانتاجيه بالجوده المطلوبه.هذا بالاضافه الى أن تلك الدوائر تساعد على رفع معنويات العاملين وتخفيض التكاليف وأيضا نتيجه للمشاركه فى اتخاذ القرارات وحل المشكلات ، فان ذلك يوءدى الى انخفاض معدل دوران العمل كما أنها تساعد على تخفيض مشكلات الإتصال ومقاومة التغيير وتحسين الرضا وجودة حياة العمل ، هذا بالاضافة الى أن الاشتراك فى دوائر الجوده يساعد على احساس العاملين بأهميتهم وبالتالى ينمى عندهم ملكات الخلق والإبداع ويزيد من ولائهم وانتمائهم للمنظمه ويوءدى الى وجود روح التعاون والتماسك بين العاملين وبعضهم البعض .

## تطوير المهارات الاداريه والبشريه

ان تطوير المهارات الاداريه والبشريه يعتبر هو المدخل الحاكم الذى يوءثر على الاهداف الأخرى بما يمكن فى النهايه من رفع وتحسين الإنتاجيه. ان تطوير المهارات الاداريه والبشريه يوصل الى زيادة الانتاج وخفض التكاليف وتطوير طرق وأساليب الإنتاج وتطوير الجودة الى غير ذلك . وعلى المنشأه أن تتبنى عددا من الاساليب التى تمكن من تطوير المهارات الاداريه والبشريه ومن أهم تلك الاساليب الآتـــى :

<u>تطوير المستقبل الوظيفى</u> : وذلك بتهيئة مستقبل وظيفى مفتوح ومجال أفضل للترقيه أمام الادارة وأمام العاملين بالمنشأه على أساس من توسيع وتغنية الاعمال والتخصص العريض نسبيا بما يمكن من فتح الافاق أمامهم ويتأتى ذلك أولا بدراسة الانشطه وحاجات العمل بالمنشأه وحاجات ورغبات واستعدادات الأفراد وامكانيات تنميتها وتطويرها ثم بناء برامج تطوير المستقبل الوظيفى للادارة وللمنشأه بناء على ذلك ( Kreitner, 1983 ).

تطوير أساليب الحفز المادي . وذلك باختيار أساليب الحوافز الملائمة لظروف ومتطلبات ورغبات الأفراد . كما يجب مراعاة البساطة والسهولة في كيفية حسابها ، وكذا يجب أن يراعى عموما ألا تزيد تكاليف ادارتها عن العائد المتوقع منها .

تطوير العلاقات الانسانية وأساليب الحفز المعنوي . وتتضمن تطوير أساليب الاتصال وأساليب المشاركة في الادارة وفي تقرير الاهداف وتنفيذها والمشاركة في العوائد والمكافآت المعنوية ، والمشاركة في حل المشكلات من خلال فرق وحلقات حل المشكلات بحيث يتم ذلك على أساس من الدراسة العلمية والعملية التي تأخذ في الحسبان ظروف البيئة الخارجية والداخلية للمنشأة وقيم المجتمع والادارة والافراد وغير ذلك من الجوانب بما يمكن من خلق وتطوير أساليب فعالة للمشاركة . وبالاضافة الى ذلك فان تطوير العلاقات الانسانية يتضمن العمل على تقليل الصراع بين الافراد والاهتمام بحل مشكلاتهم وتحسين العلاقة بينهم وتهيئة مناخ ملائم للعمل والاهتمام بالحوافز المعنوية وخلق روح عالية بين الافراد ( Donahue, 1981 ).

تطوير برامج التدريب والتنمية الادارية . ويتضمن ذلك تطوير برامج التدريب والتنمية الادارية وتطوير برامج التدريب على أساليب وطرق العمل السليمة ، وكيفية خفض ورقابة التكاليف ، وكيفية تداول أو استخدام ورقابة المواد النادرة الى غير ذلك .

# الانتاجيـــــة

ان موضوع الانتاجيه يعتبر من الموضوعات الحساسه ذات الاهميه القصوى وذلك يرجع الى العديد من العوامل ومنها الزياده المستمره فى الاسعار والاجور والتدهور الاقتصادى . وبالتالى فانه من الضروره العمل على حل تلك المشكلات ، ولذا فــان الغالبيه من الخبراء يعتقدون أن الحل يكمن فى الانتاجيه وتحسينها . وما يؤكد ذلك هو أن الشعوب المتقدمه والشركات الناجحه غالبا ما تكون الانتاجيه فيهـــا مرتفعه والعكس . ونجد أن تحسين الانتاجيه يساعد على الحد من التضخم والمنافسه الاجنبيه سواء على المستوى الداخلى أم الخارجى . وجزئيا فانه يوجد العديد من العوامل التى تساهم فى تحسين الانتاجيه ومنها الآتى : زيادة الكفاءة ، الادارة الفعاله ، تخفيض تكلفة المنتج ، وجود علاقات فعاله بين الادارة والعامليـــن ، زيادة انتاجيه الآلات والتقنيه ، الاستخدام الحكيم للموارد الرأسماليه والبشريه . ويمكن قياس كل تلك العوامل بطريقه ما أو باستخدام أحد مقاييس الانتاجيـــــة ( Grayson, 1974 ).

ونجد أن رجال الاقتصاد والسياسه يتعاطون مع الانتاجيه وذلك نظرا لعلاقتها بالتضخم ، والنمو الاقتصادى ، والمنافسه الاجنبيه ، وميزان المدفوعات . أمـــا رجال الاعمال فيتعاملون مع الانتاجيه نظرا لانها تعد مؤشرا للاداء بالمنشـــأة . وعموما فان المتناول لموضوع الانتاجيه عليه أن يحدد التعريف الملائم ، فنجـــد أن نظرة العامل للانتاجيه تتفاوت على سبيل المثال عن نظرة الاقتصاديون وعلماء المعلومات والمهندسين الصناعيين ورجال الاجتماع والاستشاريين الاداريين . كمـــا نجد أن نظرة كل هؤلاء الاشخاص الى الانتاجيه تعتبر صحيحه بدرجات متفاوته . وقد يعتقد البعض أن الخلق والابداع والاختراع تعتبر من أهم العوامل التى تنعكس على بيئة عمل أكثر انتاجية

وعلى أية حال ، فان الانتاجيه كما يراها البعض ممن تناولوا ذلك الموضـــوع

تعنى مستوى الانتاج (من السلع والخدمات) الذى نحصل عليه باستخدام موارد محدده. أى العلاقه بين الموارد المستخدمه في العملية الانتاجيه وبين المخرجات الناتجه عنها ( Novak, 1983 ; Mundel, 1983 & Grayson , 1974 ).

ويعتبر الهدف الاساسى من قياس الانتاجيه هو التاكد من انتاج أكبر قدر من الانتاج بأقل قدر من التكاليف مع العمل على تحقيق التوازن بين العوامل المختلفة للانتاج بما يمد بأكبر قدر من المخرجات باستخدام أقل قدر من المدخلات وعند قياس المخرجات مقارنه بفترات سابقه فانه يفترض عموما عدم حدوث تغيير فى أسعار المدخلات والمخرجات والا فانه يجب استخدام معامل للتغير فى الاسعار وتجدر الاشارة الى أنه لا يوجد مؤشر واحد لقياس الانتاجيه وانما يمكن قياس الانتاجيه باستخدام عددا من المؤشرات ( Sklan, 1983 ). ومن بين تلك المؤشرات ذلك المؤشر الديناميكي المتعلق بقياس علاقة المخرجات الاجماليه بالمدخلات الاجماليه فى فترة زمنيه معينه مقارنة بفتره أخرى سابقه تتخذ كأساس حيث ( MUndel, 1983 ):

$$\text{الانتاجيه الاجماليه} = \frac{\text{المخرجات الاجماليه للفترة المقاسة}}{\text{المدخلات الاجماليه للفتره المقاسة}} \Big/ \frac{\text{المخرجات الاجماليه لفترة الاساس}}{\text{المدخلات الاجماليه لفترة الاساس}}$$

وكذلك من بين تلك المؤشرات، يوجد مؤشرا آخر شائع لقياس الإنتاجيه وهو المؤشر الثابت. حيث يوجد عموما نوعين على الاقل من مقاييس الإنتاجيه وهما الانتاجيه الكليه والانتاجيه الجزئيه، ويتم قياسهما باستخدام المعادلتين الآتيتين ( Craig & Harris, 1973 ):

الانتاجيه الكليه = اجمالى المخرجات / اجمالى المدخلات

الانتاجية الجزئيه = اجمالى المخرجات / المدخلات الجزئيه

هذا ويمكن حساب انتاجيه كل عنصر من عناصر الانتاج كالآتى :

انتاجيـــة العماله = المخرجات الاجماليه / المدخلات من العمالـه

انتاجية رأس المـال = المخرجات الاجمالية / المدخلات من رأس المال

انتاجيـــة المواد = المخرجات الاجماليه / المدخلات من المـواد

ويعتبر مقياس انتاجية العماله من الامثله الشائعه للانتاجيه الجزئيـه وهى نسبة المخرجات لكل ساعة عمل ، وهنا نشير الى أن استخدام مقياس الانتاجيه الجزئيه قد يخفى وراءه بعض المخاطر وذلك نظرا لانه قد لا يوضح الحقيقه كاملـه فنجد على سبيل المثال أن الانتاجيه الجزئيه للعمل قد تكون مرتفعه ويرجع السبب فى ذلك الى أن العمال يستخدمون مواد خام على درجه كبيره من الجوده مما يساعد على تخفيض الوقت الضائع وزيادة انتاجيه العامل فى الساعه ، وهذه المواد قـد تكون مرتفعة التكاليف وبالتالى فان الوفر المحقق من الزيادة فى الانتاجيـه الجزئيه للعمل قد يضيع نتيجة الزياده فى تكلفة المواد . ولذلك فانه من الافضل استخدام مقياس الانتاجيه الكليه كالآتـى :

$$ن_ك = \frac{خ_ك}{أ + ب + جـ + د}$$

حيث أن :

$ن_ك$ = الانتاجيـــه الكليـه .

$خ_ك$ = المخرجـــات الكليـه .

أ = المدخلات من العمالـــه .

ب = المدخلات من رأس المـال .

جـ = المدخلات من المـواد .

د = المدخلات المتنوعه الاخرى من الخدمات والبضاعـه .

وعلى أية حال فان مقاييس الانتاجيه يجب أن تتطور بحيث تأخذ فى الحسبـان جميع العوامل المرتبطه بها كالخلق الابداع والابتكار ورضاء المستهلك وغيرهـا .( Novak, 1983 )

ومن الجدير بالذكر ملاحظة أنه يجب أن يتم استخدام مقياس موحد للمدخلات والمخرجات (كاستخدام الجنيه مثلا). كما يجب أيضا اجراء التسويه من عام الى آخر حتى يمكن المقارنه والاستفاده من مقياس الانتاجيه. ويلاحظ أنه قد يوجد العديد من المشكلات المتعلقه بعدم تجانس الوحدات أو وجود بضاعه في المخازن أو بضاعه تحت التشغيل أو اختيار سنة الاساس الى غير ذلك . وهنا يجب أيضا ملاحظة أنه يجب أن تشتمل المخرجات ليس فقط على الدخل من الانتاج ولكن أيضا على التوزيعات للأوراق الماليه والفائده من السندات وخلافه. ويوضح الجدول التالي مثال لكيفية حساب الانتاجيه وذلك باستخدام سنة ١٩٨٦ كسنة أساس.

جدول (١)

ملخص لحساب الانتاجيه الكليه

| السنه | ١٩٨٦ | ١٩٨٧ | ١٩٨٨ | ١٩٨٩ | ١٩٩٠ |
|---|---|---|---|---|---|
| المخرجات (١) | ٧٦٥ | ٨٣٠ | ٥٨٠ | ٩٥٦ | ١٠٠٠ |
| المدخلات | | | | | |
| رأس المال | ٧٢ | ٨٠ | ٨٢ | ٨٨ | ١٠٠ |
| المواد | ٢٨٠ | ٢٨٢ | ٢٤٥ | ٣٤٤ | ٣٠٠ |
| العماله | ١٩٨ | ٢٠٢ | ١٦٣ | ٢٠٨ | ٢٠٠ |
| مدخلات أخرى | ٢٠٠ | ٢٠٦ | ١٦٠ | ٢٦٠ | ٢٥٠ |
| اجمالي المدخلات (٢) | ٧٥٠ | ٧٧٠ | ٦٥٠ | ٩٠٠ | ٨٥٠ |
| الانتاجيه الكليه (١) ÷ (٢) | ١٠٢ر٠ | ١٠٧ر٨ | ٨٩ر٢ | ١٠٦ر٢ | ١١٧ر٦ |
| الانتاجيه الكليه في العلاقه بسنة الاساس. | ١٠٠ر٠ | ١٠٥ر٧ | ٨٧ر٥ | ١٠٤ر١ | ١١٥ر٣ |

ويجب ملاحظة أن نسبة الانتاجيه الكليه عندما تساوى ١٠٠٪ (١ر٠ صحيح) ، فهذا يوضح أن المنشأه تنتج تماما المخرجات الصحيحه الضروريه لاسترجاع الكميات الصحيحه من العماله والمواد والموءن والخدمات الخارجيه ورأس المال. أما اذا كانت النسبه

أكثر من ١٠٠٪ فهذا يعني أن المنشأه قد لا تستطيع أن تدفع كل تكاليف المدخـلات الخارجيه ، وعندئذ فان العائد على رأس المال للمنشأه يكون سالب . أما اذا كانت النسبه للانتاجيه الكليه أكبر من ١٠٠٪ ، فهذا يعني أن المنشأه تحقـق أرباحا وأن الفائده على رأس المال أكبر من تكلفة رأس المال ، وهذا يعنـي أن المنشأه تستطيع مواجهة المدفوعات وتحقيق بعض المكاسب .

## الانتاجيــه والكفـــاءة .

ان من الجدير بالذكر في تناول الانتاجيه والكفاءة أن نشير الى أن هنـاك بعض العقبات التي قد تواجه رجال الاعمال عند محاولة التحديد الدقيق للكفاءة وذلك نظرا للصعوبات التي قد تواجههم عند قياسها . وينشأ ذلك بسبب صعوبـة وضع معايير عامه ونمطيه لقياس الكفاءة بالنسبه لغالبية المنشآت من جهه ، وكذا عدم وجود معايير ثابته بالمنشأه الواحده من جهه أخرى ، حيث أن معايير قيـاس الكفاءه تتسم بالتغيير في كثير من الاحيان . هذا بالاضافه الى أن من الصعوبـه عزل العوامل المؤثره على كفاءة كل عنصر من عناصر الانتاج عن بعضها البعض عند قياس كفاءة كل عنصر من تلك العناصر .

ولكن على أي حال طالما أن المبدأ الاساسي الذي يحكم قرارات نظام العمليات الانتاجيه هو ضرورة تحقيق قدر معين من الانتاج بدرجه عاليه من الكفاءة ، فانـه يمكن تعريف الكفاءه الانتاجيه على أنها الإستخدام الأمثل للمدخلات (المواد والعماله والآلات والمعدات وخلافـه) للحصول على أمثل المخرجات متضمنا الاساليب العلميه التي تمكن ذلك (Levin, et al., 1972).

ونظرا لان الكفاءه الانتاجيه قد تم تعريفها على هذا الاساس ، فانه يجب أن نشير هنا أن ذلك الاستخدام الامثل ما هو الا مسأله نسبيه تتفاوت من منشأه لاخرى

بل من حالة لاخرى ومن وقت لآخر • وعلى أية حال فانه يمكن التغلب على تلك الصعوبه الى حد ما اذا أمكننا استخدام معايير معينه يتم تحديدها بناء على ما ترغبه المنشأه بحيث تمكننا من معرفة مدى تحقيق الكفاءة وذلك من خلال تسهيل عملية القياس • وعلى ذلك فانه يمكن ايضاح مفهوم الكفاءة الانتاجيه وفقا لذلك على أنها درجة الوفاء بمعايير محدده سلفا •

وبناء عليه فانه يمكن قياس كفاءة جودة الانتاج من خلال قياس درجة الجودة الفعليه للانتاج وفقا لمعايير تحدد سلفا • وكذا يمكن قياس درجة كفاءة استخدام المواد على أساس مقارنة قيمة الوحدات المنتجه فعلا بالمقارنه بقيمة الوحدات المعياريه المتوقع انتاجها باستخدام قدر معين من المواد • كما يمكن قياس درجة كفاءة استخدام رأس المال بقياس قيمة الانتاج الفعلى بالمقارنه بقيمة الانتاج المتوقع باستخدام قدر محدد من رأس المال • كما يمكن قياس درجة كفاءة العمل بقياس قيمة الوحدات المنتجه فعلا فى ساعة العمل مقارنة بقيمة الوحدات المتوقع انتاجها • وكذا يمكن قياس درجة كفاءة كفاية الانتاج بقياس قيمة المخرجات الفعليه مقارنة بقيمة المخرجات المتوقعه باستخدام مقادير معينه من عناصر الانتاج •

ويجب أن نشير الى أن مؤشرات قياس الكفاءة ليست منفصلة عن بعضها البعض وإنما هي متداخله ، فقد تؤثر درجة كفاءة العمل على درجة كفاءة جودة الانتاج أو على درجة كفاءة استخدام المواد أو على درجة كفاءة استخدام رأس المال ، بمعنى أن أى نقص فى كفاءة استخدام أى عنصر من عناصر الانتاج قد يؤثر على درجة كفاءة العناصر الأخرى للانتاج • ولذا فانه من الصعب القياس الدقيق لدرجة كفاءة كل عنصر من عناصر الانتاج الا اذا تم عزل أثر باقى العناصر الأخرى ، وهذا قد يمثل شيئا من الصعوبه فى كثير من الاحيان • ولذلك فانه قد يستعاض عن قياس درجة الكفاءة فى العناصر السابقه بقياس درجة كفاءة الانتاجيه بمقارنة

الانتاجيه الفعليه (المخرجات الفعليه/ المدخلات الفعليه) بالانتاجيه المتوقعه (المعياريه) (المخرجات المتوقعه/المدخلات المتوقعه)٠

حالات تحقق الانتاجيه والكفاءة ٠ وبناء على ما سبق فانه يمكن استنتاج الحالات التى قدتتحقق من خلالها الانتاجيه والكفاءة كالآتى:

- مخرجات فعليه مطابقه للمخرجات التقديريه مع مدخلات فعليه مطابقه للمدخلات التقديريه٠
- مخرجات فعليه أكبر من المخرجات التقديريه مع مدخلات فعليه مطابقه للمدخلات التقديريه٠
- مخرجات فعليه أكبر من المخرجات التقديريه مع مدخلات فعليه أقل من المدخلات التقديريه٠
- مخرجات فعلية أكبر من المخرجات التقديريه مع مدخلات فعليه أكبر من المدخلات التقديريه ولكن بنسبة أقل٠
- مخرجات فعليه مطابقه للمخرجات التقديريه مع مدخلات فعليه أقل من المدخلات التقديريه٠
- مخرجات فعليه أقل من المخرجات التقديريه مع مدخلات فعليه أقل من المدخلات التقديريه ولكن بنسبه أكبر ٠

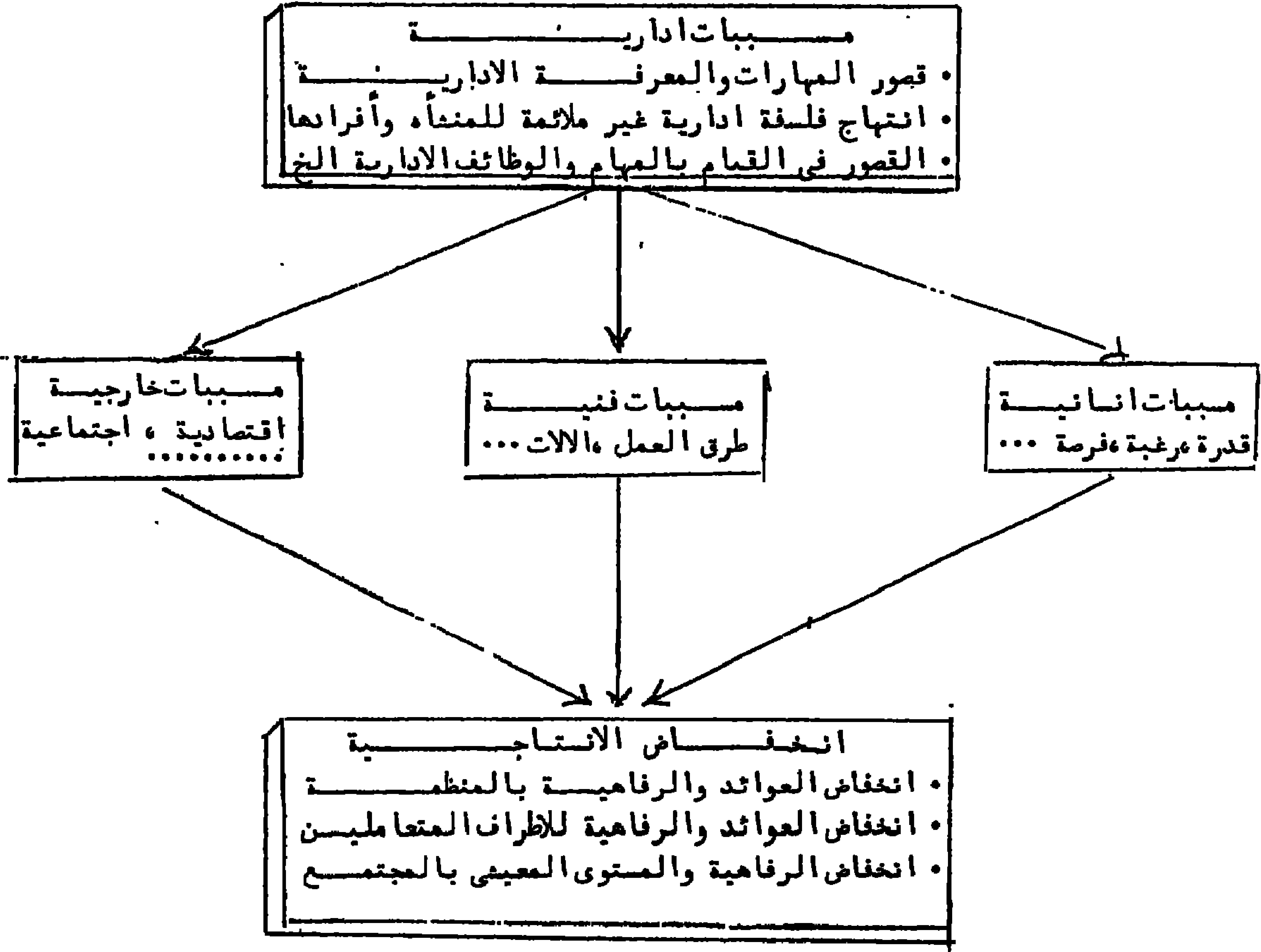
## العوامل المؤثرة على الانتاجيه

طالما أننا نتناول الانتاجيه فينبغى ألا نغفل تلك العوامل التى قد تؤثر على الانتاجيه٠ والجدير بالذكر هنا أن نشير الى أن العوامل الاداريه تعد أهم العوامل (الحاكمه) المؤثره على الانتاجيه٠ ويوضح الشكل رقم (٤) العوامل المحدده للانتاجيه وتتابعاتها٠ وكما هو واضح من الشكل فان تلك العوامل تنقسم الى الاتى :

عوامل اداريه٠ تعد العوامل الاداريه أهم العوامل الحاكمه المؤثره على الانتاجيه٠ وتشمل تلك العوامل الاساليب العلميه للادارة وأدوات الاداره فى

شكل ( ٤ )

مسببات وتتابعات انخفاض الانتاجية



اتخاذ القرارات كما تشتمل على الكفاءة والمهارة الادارية لممارسة الادارة لوظائفها في التخطيط والرقابة والتنظيم وتوجيه السلوك الانساني وخلافه ( Mogensen , 1983 ). وبالرغم من أهمية العوامل الاخرى في التأثير على الانتاجية، فان العوامل الادارية تعتبر من أهم العوامل الحاكمة في التأثير على الانتاجية نظرا للدور الكبير للادارة في التغيير وتوجيه الافراد وفي التأثير على رغباتهم وقدراتهم، وسد الفجوة بين المفاهيم العلمية والممارسات العملية.

عوامل انسانية. وتشتمل على الآتي :

(١) القدرة على العمل : وتشتمل على المعرفة (التعليم ومعرفة التعريفات والحقائق والمفاهيم والنماذج والارشادات وخلافه)، والمهارة ( الممارسة والتطبيق من خلال الخبرة واكتسابها من خلال العمل وايضا التدريب ودراسة الحالات ولعب الادوار والاستشارات وخلافه) والمهارة قد ترجع الى الصفات الموروثة ايضا.

(٢) الرغبة في العمل : وتتأثر بالاتي:

- حاجات الأفراد (الاولية والاجتماعية وحاجات تحقيق الذات وخلافه).
- ظروف العمل المادية (كالاضاءة والحرارة والتهوية والنظافة والتسهيلات وأوقات الراحة وخلافه).
- ظروف العمل الاجتماعية (تنظيمات العمال غير الرسمية، أساليب المشاركة، أساليب القيادة، النقابات، وغيرها).

عوامل فنية : وتشمل الامكانيات الآلية والتقنية، والمواد الخام، وطرق وأساليب الانتاج وتصميم العمل. وهذه العوامل لها أثرها في رفع أو خفض الانتاجية هذا مع ثبات باقي العوامل الأخرى. فاذا قمنا بتحسين تلك العوامل فان ذلك قد يساعد على تحسين الانتاجية والعكس قد يكون صحيح عادة.

عوامل خارجية : وهي تلك العوامل الاجتماعية والاقتصادية والتقنية والقانونية والسياسية التي غالبا لا تستطيع المنشأة التحكم فيها، وحتى اذا أمكنها التأثير في بعضها، فان تأثيرها يكون محدودا أو جزئيا.

## أساليب تحسين الانتاجية

ان تحسين الانتاجية يعد من أهم الاهتمامات التى تسعى اليها المنشآت المعاصرة. وقد أدى ذلك الى تعدد الجهود التى تسعى الى تحسين الانتاجية وذلك على المستوى الجزئى (مستوى المنشأة) وعلى المستوى الكلى (مستوى الدولة) ويرجع ذلك لما لتحسين الانتاجية من أثر كبير على المنشآت بل وعلى الاقتصاد والتطور الاقتصادى والاجتماعى على مستوى الدولة .

وفى خضم الجهود الرامية الى تحسين الانتاجية فقد ركز العديد على عناصر الانتاج ورفع انتاجية المدخلات من كل عنصر من العناصر المتضمنة بالعمليات الانتاجية والاستخدام الامثل لتلك العناصر والقضاء على الاسراف والضياع والتلف عند استخدامها . وفى ذلك فقد تطرق البحث لعديد من الاساليب التى قد يتعذر حصرها والتى تساهم فى رفع انتاجية عناصر الانتاج من عاملين ومواد وآلات وخلافة.

ولكننا فى هذا الخضم ينبغى أن نؤكد على دور الادارة ، فالادارة تعد العامل الحاكم والحاسم فى التغيير والتأثير وتوجية الجهود نحو تبنى الاساليب الفعالة والملائمة للمنشأة التى تمكن من سد الفجوة بين النظرية والتطبيق العملى بما يوصل الى الاستفادة المثلى من عناصر الانتاج وتحسين الانتاجية. ولذا فاننا نرى أن دور الادارة يعد المنطلق الرئيسى لتحسين الانتاجية. ولا يخفى أهمية هذا الدور اذا وضعت الادارة اسلوبا نظاميا من أجل تبنى فلسفة ادارية فعالة بالمنشأة بحيث تتضمن المتغيرات والاساليب المدروسة على أساس علمى وعملى يوصل الى ربط المفاهيم العلمية بالواقع العملى وسد الفجوة بين النظرية والواقع وذلك بما يمكن من تحسين الانتاجية ( عرفة وشلبى ، ج١ ، ج٢ ، ١٩٩٠). ونظرا لان العنصر البشرى هو العامل الحاسم والمحرك لتحسين الانتاجية ، فان ذلك يؤكد أهمية دور الادارة فى تبنى تلك الاساليب المادية والمعنوية التى توصل الى خلق بيئة وجماعة

عمل ذات خصائص ايجابية بحيث يوصل ذلك الى تحسين الانتاجية كما هو موضح في شكل (٥).

ويوضح شكل (٥) أهم متغيرات الفلسفة الادارية التي يمكن أن تتبناها الادارة (والتي يمكن تعديلها وفقا لطبيعة كل منشأة وظروفها وطبيعة العاملين والمتعاملين معها). ان تلك المتغيرات ينبغي أن توصل الى تقوية الخصائص الايجابية لبيئة ولجماعة العمل بحيث يسود مناخ التعاون والتماسك والثقة والرضا بالمنشأة بما يؤدي الى تحسين الانتاجية وينعكس على الرفاهية الاقتصادية والاجتماعية للمنشأة وأفرادها والمتعاملين معها.

وفيما يلي ايضاح لاهم الاساليب التي يمكن أن تتضمنها الفلسفة الادارية لسد الفجوة بين النظرية والتطبيق وتحسين الانتاجية وتحقيق الاهداف المرغوبه :

**أولا: الاساليب والمتغيرات البشرية:**

**التوظيف الطويل والتدريب والتنمية.** ان التوظيف الطويل والتدريب والتنمية يتيح للعامل الاستقرار والامان ويمكنه من التعاون والاتقان والانجاز. وتطبق الدول المتقدمة صناعيا كاليابان سياسة التوظيف مدى الحياة. كما أن بعض الشركات الكبرى بأمريكا تطبق ذلك (Ouchi, 1981 & Manoocheri, 1985).

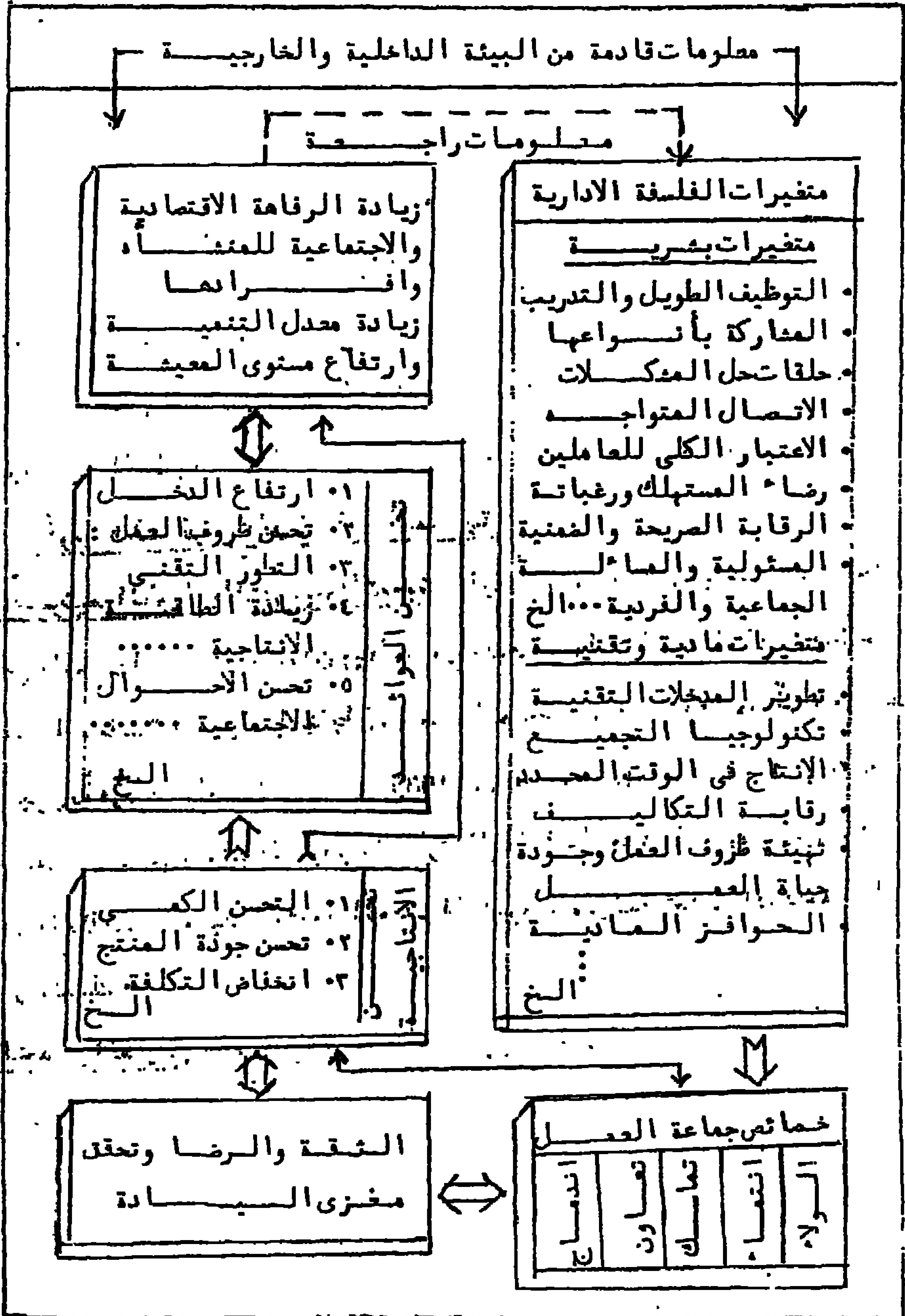
ويتضمن التدريب جوانب التدريب على طرق العمل السليمه، والتدريب على كيفية خفض التكاليف، وكيفية تداول الاموال النادرة، وكيفية تحقيق الرقابه، الى غير ذلك.

**التخصص العريض نسبيا وتطوير المستقبل الوظيفي.** ان التخصص العريض نسبيا وتطوير المستقبل الوظيفي يتيح فتح آفاق التقدم أمام الافراد ويرفع معنوياتهم ودافعيتهم للعمل والانتاج (Ouchi, 1981). الى غير ذلك.

**الرقابة الصريحة والضمنية.** ان على المنشأة أن تختار مزيج الرقابة الملائم والمبني على الدراسة العلمية والعملية لطبيعة الافراد والانشطة والعمليات

شـــــــــــكل (٥)

متغيرات الفلسفة الادارية لتحسين الانتاجيـــة



الانتاجية بحيث يساهم ذلك في تحسين الانتاجية (عرفة وشلبي ج١، ١٩٩٠؟، عرفة وشلبي ج١، ١٩٩٠ ب).

المشاركة في القرارات والعوائد وتطوير جودة حياة العمل. ان العمل بطريقة جماعية هو سر تحسين الانتاجية في الدول المتقدمة في ذلك كاليابان. ويبدأ ذلك انطلاقا من المشاركة في القرارات الطويلة والقصيرة الى المشاركة في العوائد وغير ذلك من أنواع المشاركة ( Wheelwright, 1981 ). ان الاتجاه المعاصر نحو تطوير جودة حياة العمل يتجلى أساسا في اطلاق الابداع والخلق للأفراد من خلال المشاركة في القرارات التي تؤثر على حياتهم العملية. ولكن على أية حال هناك جوانب أخرى لجودة حياة العمل، كالاجور والمزايا وضمان وأمان العمل وجدوال العمل المرنه والديمقراطية في مكان العمل (الادارة الذاتية) ( Kreitner, 1983 ).

فرق وحلقات حل المشكلات. ان فرق حل المشكلات تعد نوعا متقدما من أنواع المشاركة المبنية على خطط وبرامج زمنية من أجل حل المشكلات بحيث تصبح منطلقا أساسيا في تحسين الانتاجية ( Ouchi, 1981 & Doyle, 1982 ).

الاتصال المتبواجه. وهو أسلوب يأخذ في الحسبان الاعتبارات الشمولية والموقفية والشرطية بحيث يحقق مزايا الاتصالات المباشرة والمفتوحه ويقضي على عيوب الانواع الأخرى من الاتصالات (عرفة وشلبي، ١٩٩٠ ج١، عرفة وشلبي، ج٢ ١٩٩١ ).

المسئولية والمساءلة الفردية والجماعية. ان الاخذ في الحسبان المسئولية والمساءلة بشقيها الفردي والجماعي وفقا لطبيعة وظروف أنشطة ومهام الانتاج يعد عاملا أساسيا في المساهمة في تحسين الانتاجية (عرفة وشلبي، ١٩٩٠ ج١ ؟، عرفة وشلبي، ١٩٩١ ج٢ ).

**تقييم الاداء المتأني** • ان الاخذ في الحسبان الاسلوب المتأني في تقييم أداء العاملين يمكن من تلافي أخطاء التقييم ويتيح الترقي على أساس عادل وفقا لمبدأ المساواة مما يؤثر على تعاون وتماسك العاملين ودافعيتهم نحو تحسين الانتاجية (Sullivan, 1983 ).

**الاعتبار الكلي للعاملين** • ان الاعتبار الكلي للعاملين يعني أنه لا يجب فصل الفرد في العمل عن البيئة الداخلية والخارجية وخاصة بيئة العامل وأسرته خارج نطاق بيئة العمل ؛ ان أخذ الاعتبار الكلي للعاملين في الحسبان يساهم في دعم علاقات عمل فعالة مما ينعكس على تحسين الانتاجية (Bhatia, 1984 & Holoviak and Holoviak , 1984 ).

**رضاء المستهلك والوفاء برغباته** • ان الاخذ في الحسبان رضاء المستهلك ورغباته من الاساليب الفعالة والمؤثرة على تحسين الانتاجية ، فالاخذ في الحسبان للمواصفات التي يرغبها المستهلك يؤثر على تحسين الانتاجية نتيجة زيادة طلب المستهلك للسلع طالما أنها تتوافق مع المواصفات التي يرغبها ؛ ومن جهة أخرى فالعاملون يمكن أن يكونوا ضمن فئات المستهلكين لمنتجات المنشأة ورضاءهم كمستهلكين ينعكس على زيادة دافعيتهم نحو مزيد من تحسين انتاجية المنشأة.

**ثانيا : الأساليب والمتغيرات المادية والتقنية.**

**تطوير المدخلات التقنية** • وأهمها تلك المتعلقة بتطوير المعدات والالات والانظمة التقنية والرقابية مع العمل على إستخدام التشغيل الذاتي بواسطة الكمبيوتر كلما أمكن ( Matsumoto, 1982 , Hays, 1981 & McCann, 1981 ).

وقد أثبتت الابحاث أن معدل تطوير المدخلات التقنية يعتبر بطيئا وذلك حتى

في الدول المتقدمة. حيث أنه طبقا لاحصائية أمانة العمل بالولايات المتحده الامريكيه في عام ١٩٧٤م وجد أن ١٧٪ من التسهيلات بالصناعة الامريكية تتراوح في العمر لفترة تزيد على ٢٠ عاما. كما وجد أن ١٤٪ من تلك التسهيلات تستخدم تقنية متقادمة. وفي أثناء الخمسة والعشرين سنه الماضية وجد أن زيادة ملحوظة قد تحققت في الانتاجية من خلال استخدام العقل الآلي بواسطة عدد من المنشآت ، وذلك فيما يتعلق بنظم المعلومات والمعلومات الاسترجاعية. ولكن في الغالب لا تعطي الكثير من الشركات نفس الاهمية لاستخدام العقل الآلي في نظم المعلومات بالرغم من أثر ذلك على الانتاجية. ان تقنية المعلومات لها تأثير مضاعف اذا أمكن تصميم العقل الآلي بحيث يزودنا بمعلومات سريعة وصحيحة وواضحة ودقيقة . ومثل هذا النظام سوف يمكن أيضا من التركيز على أهداف ومسئوليات الأفراد والاقسام والمنشأة ككل ( McGann, 1981 & Hopeman, 1976 ).

<u>تكنولوجيا التجميع</u> . ان تكنولوجيا التجميع تعد على درجة من الاهمية لنظام الانتاج في الوقت المحدد باتباع مدخل الجذب في الصناعة عموما ولنظام الانتاج المتقطع على وجه الخصوص. وفي تكنولوجيا التجميع يتم استخدام التسهيلات الانتاجية في خلايا صناعية لتمكن من انتاج مجموعات متشابهه من الأجزاء حيث تجمع كل مجموعه من الاجزاء المتشابهه مع بعضها في أسرة واحدة ( Huber, 1984 ). ان تكنولوجيا التجميع تساهم في تحسين الانتاجية من خلال تقسيم وتجميع المشكلات المتكررة أو المتشابهه مما يساعد على تجنب تكرار الجهود لحل المشكلات وتوفير الوقت وتسهيل الحصول على المعلومات واستخدامها ( Matsumoto, 1982 ).

<u>الانتاج في الوقت المحدد تماما</u> . ان نظام الانتاج في الوقت المحدد تماما يعد أحد اسرار تحسين الانتاجية في الصناعة اليابانيه ، حيث يعني ذلك الانتاج في الوقت المحدد تماما للاستخدام في العمليات التالية واستئصال المخزون أو تخفيضه الى أقل حد ممكن مما يترتب عليه خفض الاسراف . وفي سبيل ذلك يتم اتباع

مدخل الجذب بدلا من مدخل الدفع التقليدى • وفى مدخل الجذب يتم جذب الوحدات تحت التشغيل من محطة العمل السابقة الى المحطة التالية بدلاً من تحرك الوحدات بصورة تقليدية الى محطة العمل التالية ، ان ذلك يؤدى الى قيام كل محطة عمل بانتاج ما تحتاجه محطة العمل التالية فى الوقت المحدد تماما وبدون أية زيادة أو نقصان ( Manoochri, 1985 ).

<u>رقابة التكاليف والاستخدام الكفء للموارد المتاحة</u>• تمكن رقابة التكاليف ورقابة الاستخدام الكفء للموارد المتاحة من تحسين الانتاجية• وذلك من خلال تحديد الانشطة التى يمكن خفض التكاليف فيها ، وترتيبها وفقا لامكانية تحقيق ذلك• كما أن رقابة الاستخدام الكفء للموارد تمكن من القضاء على الاسراف والاستخدام الامثل للموارد وخاصة المحدود منها مما ينعكس أثره على التكاليف وتحسين الانتاجية •

<u>الحوافز المادية وتهيئة البيئة الدافعة</u>• يجب تهيئة البيئة التنظيمية الدافعة واختيار أساليب الحوافز الملائمة لظروف ومتطلبات ورغبات الافراد بما يقوى انتاجيتهم ( Quick, 1971 )• كما يجب مراعاة البساطة والسهولة فى كيفية حسابها ، وكذا يجب عموما مراعاة ألا تزيد تكاليف ادارتها عن العائد المتوقع منها ( Aggarwal , 1981 )•

وأخيرا يجب ملاحظة أن الاساليب البشرية والمادية قد تتداخل وتؤثر فى بعضها البعض ولكننا قد اتبعنا هذا التقسيم بغرض إيضاح كل منهما •

## استراتيجية تحسين الانتاجية :

نود أن نشير فى ختام هذا الفصل الى أن معرفة المداخل والاساليب التى يمكن اتباعها لتحسين الانتاجية لا يعد نهاية المطاف من أجل تحسين الانتاجية ،

، انما يجب من أجل ذلك اعداد استراتيجية فعالة تتضمن الخطوات التي يجب اتباعها من أجل تحسين الانتاجية وتتضمن تلك الاستراتيجية الخطوات الأساسية التالية :

(١) تحديد أهداف مسبقة للمنشأة، وأقسامها الانتاجية على أساس من المراجعة الدارية ونحليل وتقييم البيئة الخارجية والداخلية للمنشأة وأقسامها مع اشراك جميع الافراد بجميع المستويات بالمنشأة في ذلك ، بحيث يتم ذلك على أساس من الدارسة العلمية وبما يمكن من تحقيق التوازن بين امكانيات وفرص المنشأة وبين مستوى الطموحات والتوقعات بها .

(٢) ترجمة تلك الاهداف الى أهداف معيارية وفي صورة كمية على قدر الامكان وخاصة على مستوى الادارات والاقسام التنفيذية .

(٣) اعداد خطة استراتيجية مسبقة تتبنى متغيرات ايجابية فعالة للفلسفة الادارية على مستوى المنشأة، وتترجم الى خطط تكتيكية تنفيذية على مستوى أقسام الانتاج بحيث تتمشى مع الخطة الاستراتيجية للمنشأة وبحيث تبنى تلك الاستراتيجيات والخطط على أساس من التحليل والتقييم للبيئة الخارجية والداخلية للمنشأة وتمكن من إيجاد أساس لاكتشاف الفرص والامكانيات المستقبلة والتنبؤ ووضع السياسات الاستراتيجية على ضوء ذلك :

(٤) تبني خصائص وأساليب فنية وادارية تمكن من ازالة العقبات التي قد تنشأ أثناء عمليات الانتاج ، وعلى سبيل المثال قد تتمثل تلك العقبات في اختناقات في خطوط الانتاج أو اسراف في جهد العمل أو خلافة .

(٥) ترجمة الاهداف المعيارية الى معايير رقابية تتمشى مع الاهداف المعيارية السابق الاشارة اليها .

(٦) تنفيذ الاستراتيجيات والخطط المعدة مسبقا وقياس التنفيذ الفعلي ومقارنته على ضوء المعايير المحددة ، ثم اعداد التقارير عن مدى كفاءة

التنفيذ الفعلى ٠

(٧) الحفز المادى والمعنوى للافراد والمشرفين والاداريين من أجل تحقيق انتاجية عالية على أساس من المعايير المعدة مسبقا لذلك الغرض ٠

(٨) الابقاء على استمرارية جهود التخطيط والتنفيذ ، وفور الانتهاء من مهام معينة لكل قسم يجب البدأ فى مهام أخرى وفقا لخطط استراتيجية وتكتيكية معدة لذلك حتى يمكن تحقيق أعلى انتاجية بكل قسم من أقسام الانتاج ٠

(٩) مراجعة المناخ العام للمنشأة أثناء تنفيذ خطط الانتاج ويتضمن ذلك مراجعة المناخ الاجتماعى السائد بين الافراد وبعضهم والمناخ الاجتماعى السائد بين الافراد ومشرفيهم ، وحالة الروح المعنوية ، ودرجة الاستعداد التدريبى ، ومستوى المعايير المطلوب تحقيقها ومدى ملاءمتها وكذا مدى مساهمتها فى رفع الانتاجية ٠

والجدير هنا التأكيد على أن تحسين الانتاجية لن يتأتى الا من خلال تبنى أساليب فعالة تمكن من ذلك ٠ وأن تبنى تلك الاساليب الفعالة يتطلب اعداد الاستراتيجية والخطط البناءة التى تمكن من اعداد وتنفيذ تلك الاساليب بحيث يمكن ذلك من تحسن الانتاجية ٠ وهنا نشير الى أنه يقع على عاتق الادارة المعول الاكبر فى ذلك ، فالادارة عليها أن تختار من بين البدائل عند اعداد تلك الاستراتيجية والخطط وعند تنفيذها ٠ ان ذلك يمكن من اختيار بدائل الاستراتيجية والخطط وبدائل التنفيذ التى تتوافق مع و (أو) تمكن من التغيير و (أو) التأثير الايجابى فى ظروف المنشأة ٠ وذلك لن يتحقق بالدرجة المثلى إلا اذا أمكن للادارة سد الفجوة بين النظريات والنماذج والتطبيق وذلك بتوجيه وتطويع النماذج والنظريات الادارية وغيرها لتلائم الواقع والتطبيق العملى بما يمكن من تبنى الاستراتيجيات والخطط والنماذج النظرية التى تتفق مع بيئة وظروف وواقع المنشأة بحيث يوصل ذلك الى تحسين الكفاءة الانتاجية وتحقيق الاهداف المرغوبة ٠

# الفصل الثاني

# البناء المصنع

## مقــــدمــــة

تعد الدراسة العلمية والعملية للموقع من المتغيرات الاساسية التى يجب مراعاتها قبل انشاء المصنع،ويرجع السبب الى أن الاختيار الامثل للموقع الفعلى على أساس من الدراسة العملية والعلمية يؤثر على نجاح المشروع،كما أن الخطأ فى ذلك قد يؤثر على فشل المشروع وذلك نظرا لأنه انتماء طويل الاجل يجعل الخطأ فى اتخاذة من الصعوبة التغلب علية على الاقل فى الاجل القصير. والدراسة للموقع بهذا المغزى تمكن من سد الفجوة بين الجوانب النظرية وبين متطلبات الواقع العملى ، حيث تساعد تلك الدراسة على تحقيق التوافق والتكامل بين الاعتبارات العلمية والعمليـة باعتبارها حلقة أساسية فى دراسة جدوى انشاء المشروع .

ان تكاليف شراء الارض وتكاليف البناء تختلف من منطقة لاخرى،وأيضا نجد أن توافر المواصلات وسهولتها وقربها من مراكز الخدمة يؤدى الى تقليل تكاليف النقل وأيضا يكون له أثر على زيادة المبيعات وتحقيق العوائد كنتيجة لذلـك . هذا بالاضافة الى أن تكاليف الحصول على عوامل الانتاج تختلف من منطقة الـى أخرى. كما أن المنافسة تلعب أيضا دورا هاما هنا ، وكذا فان الطلب على السلع يؤدى دورا بالغا وذلك نظرا لان الطلب يختلف من منطقة الى أخرى. فمثلا نجد أن تكلفة اختيار الموقع فى الضواحى تكون عموما أقل من الاماكن الاخرى فى وسط البلد ولكنها قد تكون بعيده عن الموردين الذين سوف تتعامل معهم المنشأه مما يترتب علية زيادة تكاليف النقل. وأيضا فانه فى حالة ما اذا كان الموقع بعيدا عـن المستهلكين فان تكاليف النقل المتعلقة بالسلع التامة تزداد وبالتالى فقـد يؤدى هذا الى تحقيق خسائر . وبناء علية فانه يجب مراعاة التكاليف المتعلقـة بالنقل سواء للمواد أو السلع التامة ويتوقف ذلك على نوع وطبيعة ومنافذ التوزيع

لذلك النوع من السلع . فمثلا نجد أن المشروع الصناعي لا يبيع مباشرة الى الجمهور ، ولذلك لا يشترط بالضرورة أن يكون موقعه في وسط البلد وانما قد يتم اختيار الموقع على أساس القرب من عناصر الانتاج كالمواد الاولية والطاقة والمواصلات . وأيضا يجب مراعاة الظروف الطبيعية للمنطقة وذلك نظرا لان بعض أنواع المنتجات قد تحتاج الى درجات حرارة معينه أو درجات رطوبة معينه فاذا لم يتم أخذ ذلك بعين الإعتبار فسوف تكون النتيجة زيادة التكاليف ، وأيضا يجب مراعاة مدى توافر التسهيلات المختلفة التى تحتاجها المنشأة والعاملين بها .

ومن الجدير بالذكر أن الموقع يلعب دورا هاما في التأثير على العديد من المتغيرات بالمنشأة . فنجد أن الموقع نفسه من حيث المساحة (المسطح) والمنافذ والوجهات وامكانية التوسع من حيث وجود مساحة مجاورة الى خلاف ذلك له أهمية قصوى في التأثير على التخطيط الداخلي للمصنع، من حيث وضع الآلات ومواقع المخزون وأماكن الراحة وحركة المواد وراحة وأمن وسلامة العاملين . ولا يخفى مدى تأثير ذلك على سهولة الحركة سواء المادية أو البشرية، وما يتبع ذلك من آثار سلبية أو ايجابية على الانتاج . هذا بالاضافة الى أن الوجهات والمنافذ لها تأثير كبير على التكاليف عند التحرك للمواد وخلافه من والى المصنع . ويعتبر هذا العامل على درجة كبيرة من الاهمية أيضا من حيث وجود امكانية للتعديل والتوسع في المستقبل . ولايخفى أثر ذلك كله على التكاليف والانتاجية والمبيعات .

وبناء على ذلك فان عملية اختيار الموقع تعتبر عاملا هاما نظرا لان ذلك يؤثر على تكاليف الانتاج والتسويق للسلع المختلفة . وعلى ذلك يجب عند اختيار الموقع الافضل للمصنع الاخذ في الاعتبار العوامل المختلفة التى تؤثر بصورة مباشرة أو غير مباشرة على تكلفة انتاج السلعة وتسويقها . وعموما يتم المفاضلة بين المواقع المختلفة بناء على مدى مساهمتها في تحقيق أقل التكاليف سواء

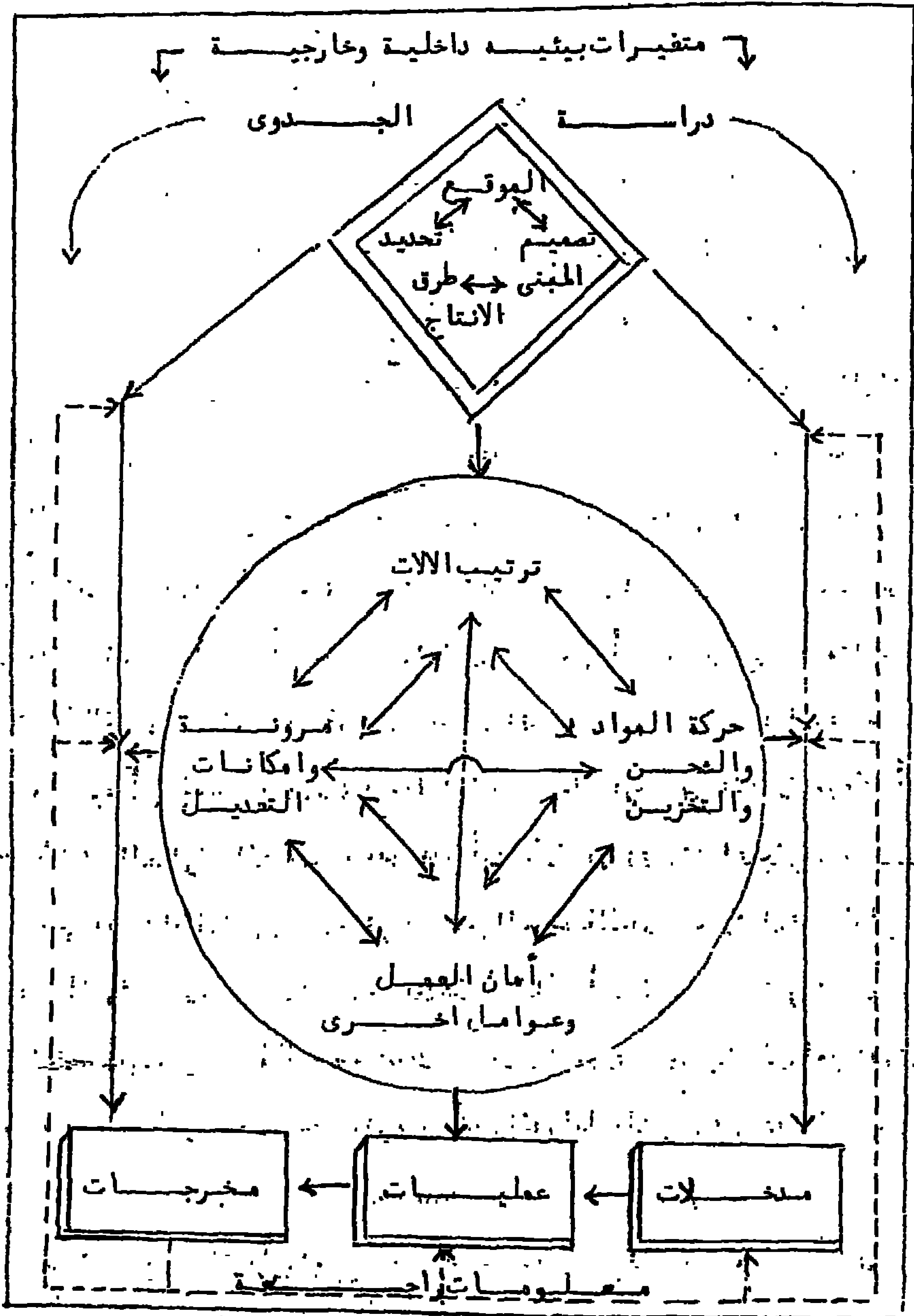
المتعلقة بالانتاج أو بتسويق السلع أو كليهما معا . ويوضح الشكل (٦) الموقـــع في علاقته بالمتغيرات الاخرى في المنشأة ومدى تأثيره على تلك المتغيرات ســواء في الاجل القصير أو الطويل على حد سواء .

فنجد أن الموقع يرتبط بتصميم المبانى ، واختيار الموقع الجيد يساعد على على اختيار التصميم الملائم كما يمكن الاختيار الجيد للموقع من الاختيار الأفضل لطرق ووسائل الانتاج الملائمة . ومن ثم فان الاختيار الجيد للموقع يحقق التكامل الفعال بين كل من الموقع وتصميم المبانى وطرق ووسائل الانتاج بحيث يساعد ذلك على تضافر تلك المتغيرات في تحقيق فوائد كبيرة من انشاء المشروع . وهنا ينبغى الأخذ في الحسبان أن يكون هناك ترابط وتأثير متبادل بين الموقع وتصميم المبانى والاختيار لوسائل الانتاج وبين ترتيب الآلات وحركة المواد وأمان العمل وامكانيات التعديل وغير ذلك من متغيرات بحيث يوصل ذلك كله نحو سد الفجوة بين تلك المفاهيم والمتغيرات من الناحية العلمية النظرية وبين التطبيق الفعال لها من الناحية العملية ويساعد ذلك على سد الفراغ الادارى .

ويوضح الشكل (٦) أن دراسة الموقع وتصميم المبانى وتحديد طرق ووسائـــل الانتاج ، ومنها الآلات والمعدات والتجهيزات ، تعد كلها حلقات أساسية في دراسة جدوى انشاء المشروع أو المصنع . ان دراسة الجدوى تتضمن دراسة جميع تلـــك المتغيرات وغيرها متكاملة بحيث يتضح من خلال الدراسة المتكاملة للجدوى فائـــدة انشاء المشروع في موقع ما وبتصميم معين وبطرق ووسائل تقنية معينة الى غـــير ذلك . ويتم التوصل من خلال دراسة الجدوى الى أفضل المواقع والتصميمات والطرق والتجهيزات والوسائل التى توصل مع غيرها من متغيرات دراسة الجدوى الى أفضـــل انتاج بأقل تكلفة وأفضل عائد للمشروع أو المصنع أخذا في الحسبان التكاليـــف والعوائد الملموسة وغير الملموسة . وسوف نتناول نموذج دراسة الموقع في علاقتـــه بأهم المتغيرات المرتبطة فيما يلى .

شـــــــــكل (٦)

نموذج الموقع فى علاقته بالمتغيرات المرتبطـــة



# دراســـة المــوقـــع

## الموقـــع والمتغـــيرات المؤثـــرة ٠

يوجد العديد من العوامل التي تؤثر على قرارات الموقع، والدراسة العلميـة والميدانية لتلك العوامل تمكن من سد الفجوة بين المفاهيم العلمية وظــروف التطبيق العملي ٠ وفي الغالب نجد أن العوامل المؤثرة على اختيار الموقـــع لا تكون على نفس الدرجة من الاهمية بالنسبة لجميع الصناعات٠ ولكن في الواقـع العملي نجد أن الاهمية النسبية لتلك العوامل تختلف باختلاف الصناعات وعلى سبيل المثال ، تتطلب صناعة الحديد والالمنيوم كميات ضخمة من الكهرباء ، وتتطلـــب صناعات التفاعلات النووية كمية كبيرة من المياه لاستخدامها في التبريد وخلافـــة٠ وفي الصناعات عموما نجد أن بعض العوامل تعتبر أكثر أهمية من غيرها مثل مـدى توافر الطاقة ، والمياه ، والقرب من المادة الخام٠ وحتى بالنسبة للمشروعـــات الخدمية نجد أن الاهمية النسبية للعوامل الصحية على درجة من الاهمية ويمكن أن نجد ذلك في الحضارات القديمة ، فقد عمد أبو بكر الرازي عند اختيار موقـــع المستشفى الى قطع اللحم ووضعها في الاماكن المرجح الاختيار منها لبضعة أيام ثـم اختيار الموقع الذي لم تفسد فية القطعة أو كانت أقل فسادا من غيرها٠ وهكـــذا فاننا نجد أن كل صناعة وكل خدمة تختلف من حيث الاهمية النسبية للعوامل المختلفة المؤثرة على الموقع ٠ وسوف نقوم بتوضيح العوامل التي تؤثر على اختيـــار الموقع فيما يلــــي (Starr , 1972 & Hopeman, 1976):

<u>موقـــع المـــواد الخـــام ٠</u> يوجد ثلاث عوامل مبدئية تجعل المنشأة تختـــار الموقع بالقرب من المادة الخام أو في مكان وجود المادة الخام نفسها٠ وأول هذة العوامل هو الضرورة ، فنجد مثلا في عمليات التعدين ، والمزارع ، والصيد تجعـــل

من الضرورة اختيار الموقع عند وجود المادة الخام . وثانى العوامل " التلف " مثل صناعات التعليب ، التجميد للفواكة والخضروات الطازجة ، والتصنيع للمنتجات الجافة (التجفيف)، وثالث العوامل هو تكاليف النقل للمادة الخام . ويعتبر هذا العامل على درجة من الاهمية فى حالة ما إذا كانت الصناعة تستخدم كميات ضخمة من الخام فى التصنيع أو أن نقل المادة بعد تصنيعها يتطلب مصاريف نقل كبيرة ، مثل صناعات الالمنيوم ، والورق ، وفى بعض الصناعات الاخرى مثل صناعة الحديد والصلب تتطلب كمية ضخمة من الفحم وفى نفس الوقت يتطلب أن يكون المصنع قريب من مناجم الحديد الخام، وهنا تلعب تكاليف النقل الدور الرئيسى فى اختيار الموقع .

<u>موقع الاسواق .</u> ان المنشآت الموجهه نحو تحقيق ارباح غالبا ما تختار المواقع قريبه من الاسواق التى سوف تصرف فيها السلع أو الخدمات وذلك كجزء من استراتيجية المنافسة ، أما المنشآت غير الموجهه لتحقيق الارباح غالبا ما تختار المواقع بالعلاقة بحاجات المستخدمين للسلع والخدمات التى تقدمها . هذا وتلعب تكاليف التوزيع دور هام فى اختيار الموقع ، فنجد مثلا مصانع بيع الجملة عادة ما يختارون الموقع بالقرب من مراكز الاسواق التى يقدمون اليها السلع ، ويعتمدون على تقديم الخدمات المتنوعه كوسيلة لاجتذاب العملاء وذلك نظرا لحدة المنافسة . ومن الجهة الاخرى قد تتجه بعض المنشآت الى اختيار الموقع القريب من المشترين أو المستخدمين للخدمات . فالخدمات الحكومية على سبيل المثال يجب أن توضع فى مواقع معينة بحيث يستطيع الجميع الاستفادة منها وذلك حسب أهميتها فمراكز الرعاية الصحية مثلا توضع فى مواقع متوسطة من البلد ، وعربات اطفاء الحريق توضع عادة فى المناطق المتوقع وجود حرائق بها أو فى مناطق متوسطة أو غير ذلك ، وخدمات البريد يجب أن تنتشر فى جميع المناطق وهكذا .

عوامل متعلقة بالعمالة: وتتعلق تلك العوامل بالتكلفة ومدى توافر العمالة ومعدلات الاجر في المنطقة وأيضا فان انتاجية العمالة واتجاهاتها نحو العمل ومدى وجود مشاكل تتعلق بنقابات واتحادات العمال في المنطقة، كل تلك العوامل تؤثر على اختيار الموقع .

وتلعب التكاليف المتعلقة بالعمالة دور هام في التأثير على التكاليف الكلية وخصوصا في المنشآت التي تتطلب وتعتمد أساسا على اعداد كبيرة من العمال . وأيضا تلعب مهارات العاملين دور هام في العديد من المنشآت التي تتطلب مستويات معينة من المهارات ، الا اننا قد نجد العديد من المنشآت تتجه الى تدريب العمال الجدد ، وعلى أية حال ، فانه يوجد العديد من العوامل التي يتوقف عليها تحديد مستوى المهارة المطلوبة ومنها طبيعة المنشأة ودرجة التخصص بها الى غير ذلك .

عوامل أخرى : يلعب أحيانا المناخ دور هام عند اتخاذ قرار باختيار الموقع وذلك نظرا لان التقلبات في المناخ وطبيعة المناخ نفسه قد تسبب أحيانا عدم استطاعة العمال الذهاب الى العمل مما قد يؤثر على مواعيد التسليم وما يترتب على ذلك من تتابعات ، كما قد يؤثر المناخ على جودة السلع نفسها .

كما أن بعض الدول قد تتجه الى تخفيض الضرائب على الصناعات في بعض المناطق كوسيلة لتشجيع تعمير تلك المناطق ، وأيضا تتجه الى تخفيض الضرائب على بعض الصناعات المحلية كوسيلة لتشجيعها وحمايتها من المنافسة الاجنبية .

وقد نجد بعض البلدان من الجهة الاخرى تتجه الي اختيار المواقع في بلدان أخرى نظرا لانخفاض التكاليف المتعلقة بالعمالة وتوافر المادة الخام الى غير ذلك كما تفعل اليابان وغيرها من الدول ، ولكن قبل اتخاذ قرار بذلك يجب أن يتم الموازنة بين الفوائد التي سوف تعود على البلد من جراء ذلك والتكاليف ،

كما يجب مراعاة اختلاف الثقافات والاتجاهات والعادات والتقاليد وخلافه. وعلى سبيل المثال ، فعادات المستهلك واتجاهاته تتفاوت من منطقة الى أخرى في نفس البلد. ففي بعض البلدان أو المناطق تكون عادات واتجاهات المستهلك أكثر ايجابية تجاه منتجات المنشأه المزمع اختيار موقعها. ومن ثم فان ذلك يرجح اختيار الموقع باحدى تلك البلدان أو المناطق. ويرجع ذلك الى أن الاتجاهات الموجبة يكون لها أثرها البالغ على السلوك القولي والفعلي الإيجابي نحو منتجات المنشأه ومايرتبط بذلك من أثر على تقوية النية للشراء والشراء الفعلي لمنتجات المنشأة (Arafa, 1981; Hassan, 1988; Buera, et. al., 1986& Richins, 1983).

<u>اعتبارات متعلقة بالمجتمع</u>. فعادة ما يتم تشجيع انشاء المصانع بمناطق معينه لاعتبارات اجتماعية كاتاحة فرص العمل ، وخفض معدلات البطالة بتلك المناطق. ومن الجهة الأخرى فقد تضع الدولة بعض الشروط لحماية البيئه وخاصة عند انشاء المصانع التي ينتج عنها العوادم أو الاتربه أو الغازات. هذا وقد تتجه بعض المصانع الى اختيار المدن كموقع لها وذلك نظرا لتوافر الخدمات التعليمية والصحية والمنافع المختلفة بسهولة في المدن. وعموما، فان الحكومات عادة ما تشجع انشاء المصانع والمشروعات في مناطق شتى حيث يمكن ذلك من زيادة حصيلة الضرائب لخزانة الحكومة.

<u>اعتبارات متعلقة بالارض وامكانية التوسع وخلافه</u>. ان تلك الاعتبارات ذات أهمية عند التخطيط للموقع لما لذلك من أثر على امكانية التعديل وأثر على كفاءة التخطيط الداخلي ومداولة المواد وأمان العمل وغير ذلك. وتتوقف درجة التأثير وأهميته على طبيعة الصناعة ونوع النشاط وغير ذلك من العوامل.

## تقريـــر اخـــتيار الموقـــع

ان المدخل الذى تقوم باتباعه أى منشأه لاختيار الموقع يتوقف عموما وفى أغلب الاحوال على حجم المنظمة المزمع انشاءها أو الحجم الحالى لها وطبيعـــة ونوع عملياتها . وعموما نجد أن المنظمات الصغيرة الحجم والجديدة تتجه الـــى تبنى مدخل غير رسمى لعملية الاختيار . أما المنظمات كبيرة الحجم تتجه الـــى استخدام مداخل رسمية للقيام بعملية الاختيار . وعلى أية حال فان الاجـــراءات والخطوات المتبعه لاتخاذ القرار المتعلق بالموقع تتمثل فى الاتـــى : -

(١) تحديد المعيار الذى على أساسه يتم تقييم المواقع والبدائل المختلفـه مثل درجة الزيادة فى الدخل أو خدمة المجتمع أو خلافة .

(٢) تحديد العوامل التى تعتبر أكثر أهمية من غيرها فى التأثير علـــــى الموقع مثل موقع الاسواق أو المواد الخام أو الطاقة وغيرها .

(٣) تطوير ووضع بدائل للموقـــــع :

(١) تحديد المنطقة العامه للمواقع المختلفـــــة .
(٢) تحديد المناطق الفرعية للموقع نفسة (للبدائل كلها) .

(٤) تقييم البدائل واختيار الموقع الذى يحقق للمنشأه أهدافها المرغوبه على أفضل وجه ممكن وذلك على ضوء المعايير التى تم وضعها وعلى ضوء الامكانـات المتاحــه (Stevenson, 1986) .

ومن الجدير بالذكر ملاحظة أن المفاضلة والاختيار بين المواقع المختلفة قد تتم فى بعض الاحوال على أساس مدى أهمية هذه العوامل التى تم شرحها سابقا وليس جميعها . الا أن التقدم فى العلوم الاقتصادية والادارية على وجه الخصوص بالاضافـة الى استعمال الطرق الرياضية والاحصائيه وطرق النقل قد يساعد على اتخاذ القـرار السليم بالنسبة لاختيار المواقع المختلفه بطريقة تضمن الاخذ بمعظم هذة العوامل

فى الحسبان وبما يمكن من سد الهوة بين المفاهيم العلمية وظروف الواقع .

ان الاهمية النسبية لهذة العوامل منفردة أو مجتمعة تختلف من مناعة الى أخرى ومن دولة الى أخرى. وأيضا فان مشكلة اختيار المواقع أو اجراء التعديلات فيها ليست مشكلة سهلة وبسيطة يمكن معالجتها، وانما هى مشكلة معقدة وملحة وخاصة بعد أن يزداد الطلب على منتجات المصنع بسبب تغير الظروف الاقتصادية أو زيادة القدرة الشرائية للسكان أو أى سبب آخر قد يؤدى الى انتقال المصنع الى مكان آخر مثل انتقال مركز ثقل السوق الى منطقة أخرى ، كما أن تواجد الأيدى العاملة بالنوعية والكمية المطلوبه قد يتغير باستمرار فى الاماكن المختلفه. فقد يؤدى حدوث تغييرات أو تطورات اجتماعية أو اقتصاديه أو سياسية غير متوقعه فى المستقبل أو تغير حجم الطلب على السلعه الى اعادة النظر فى موقع المصنع الحالى أو ضرورة اقامة فرع لدعم انتاج المصنع الأم . ولذلك فانه يجب عند اختيار الموقع لمشروع ما القيام بدراسات مستفيضه بصدد الاهمية النسبيه للعوامل الاقتصادية المختلفه قبل القيام باتخاذ القرار - وأيضا يجب أن تتضمن الدراسات تحليل كافة العوامل ذات العلاقه بغرض تخفيض تكاليف الانتاج والتسويق وخلافة وذلك بما يمكن من سد الفجوة بين المفاهيم العلمية وظروف الواقع العملى .

## التكاليف الملموسة وغير الملموسة .

مما سبق يتضح أنه يوجد نوعين من التكاليف ترتبط باختيار الموقع وهى:

أولا: التكاليف الملموسه مثل تكلفة شراء الأرض فى حالة الشراء ، تكاليف نقل السلع التامه ، التكاليف المتعلقة بالضرائب والتأمين ومختلف التسهيلات مثل الماء والاضاءة ، تكاليف النقل للمواد والوقود ، تكاليف البناء ، تكاليف العمالة وخلافة . ثانيا : التكاليف غير الملموسة وذلك النوع من التكاليف صعبة

ا نياس وتشتمل على التكاليف المتعلقة باتجاهات النقابات العمالية واتجاهات المجتمع ، وتكلفة الظواهر الطبيعية ، والقوانين المتعلقه بالأمن والسلامة الصناعية للعمال والبيئه المحيطه بالموقع وخلافه. ولكي يتم سد الفجوه بين القرارات العلمية وبين ظروف واعتبارات التطبيق العملي وخاصة تلك غير الملموسة منها ، فانه يمكن استخدام الطرق الآتية عند اتخاذ قرار بشأن العوامل غير الملموسة : (١) استخدام الخبرة ، (٢) وضع مقياس أفضلية لمختلف العوامل التي تمس مختلف المتغيرات وبناء على ذلك المقياس يتم اتخاذ القرار ، (٣) وفي حالة اتخاذ القرار تحت ظروف عدم التأكد فان من المرجح استخدام بعض المعايير الحسية. ولتوضيح كيف يتم الاختيار والمفاضلة بين المواقع سوف نورد بعض الأمثلة البسيطة لتوضيح ذلك.

مثال/١

لنفرض أن احدى المنشآت تنوي القيام بتشييد مصنع لانتاج الملابس القطنية وقد استقر الرأي على اختيار موقع المصنع وفقا للأهمية النسبية للعوامل الاقتصادية المختلفه (تكاليف الأيدي العاملة ، التسويق ، المواد الأولية ، تكاليف الطاقة المستخدمة في الانتاج وخلافه). وقد استقر الرأي على اختيار احدى المدن التالية كموقع لبناء المصنع : القاهرة ، طنطا ، الاسكندرية ، المنصورة ، الزقازيق. وقد أشارت الدراسات التي أجراها المتخصصين والمتعلقه باختيار الموقع الى أن تكاليف الانتاج والتسويق السنوية لتشغيل مصنع يوفر عملا لـ ٢٠٠ عامل موضحة في جدول (٢).

جدول (٢)

| المدينة | تكلفة العمل | تكاليف تسويقية | مواد أولية وكهرباء... الخ | المجموع |
|---|---|---|---|---|
| القاهرة | ١٠٠,٠٠٠ | ٢٠,٠٠٠ | ٢٠,٠٠٠ | ١٤٠,٠٠٠ |
| طنطا | ١١٠,٠٠٠ | ٢٥,٠٠٠ | ٢٣,٠٠٠ | ١٥٨,٠٠٠ |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| الاسكندرية | ٧٠ر٠٠٠ | ٣٠ر٠٠٠ | ٢٤ر٠٠٠ | ١٢٤ر٠٠٠ |
| المنصورة | ٩٠ر٠٠٠ | ٢٢ر٠٠٠ | ٢٥ر٠٠٠ | ١٣٧ر٠٠٠ |
| الزقازيق | ٦٠ر٠٠٠ | ٣٥ر٠٠٠ | ٣٩ر٠٠٠ | ١٣٤ر٠٠٠ |

فبناء على تلك المعلومات ما هو الموقع الذى يجب اختيارة علما بأن هدف المنشأه تخفيض مجموع التكاليف المتعلقة بالانتاج والتسويق ٠

بناء على المعلومات السابقة فان مدينة الاسكندرية تعتبر الموقع الافضل للمصنع حيث أن مجموع تكاليف الانتاج والتسويق فيها يعادل ١٢٤ر٠٠٠ جنيه بالمقارنة الى ١٤٠ر٠٠٠ فى القاهرة ، ١٥٨ر٠٠٠ طنطا ، ١٣٧ر٠٠٠ فى المنصورة ، ١٣٤ر٠٠٠ فى الزقازيق ٠

ومن الجدير بالذكر ملاحظة أنه عند اختيار الاسكندرية كموقع أفضل للمصنع فان ذلك قد تم بناء على الافتراضات التالية : (١) أن المنتج سيباع بأسعار مماثلة فى كافة مناطق الاستهلاك ضمن نطاق الدولة ٠ أما اذا كانت أسعار البيع غير متماثلة فى المناطق المختلفة فانه من الضرورى أخذ هذا العامل فى الاعتبار عند تحديد الموقع الافضل للمصنع ، (٢) أن حجم الطلب على المنتج لا يتأثر باختلاف موقع المصنع فى المدن المختلفه حيث أن المنتج بالامكان تسويقه بنفس الكميات بصرف النظر عن موقع الانتاج ، (٣) أن تكاليف انتاج وتسويق المنتج تعتبر العامل الحاسم فى اختيار الموقع الافضل للمصنع ، (٤) أيضا لم يتم الاخذ فى الاعتبار التكاليف غير الملموسة على أساس أنه تم الاخذ فى الاعتبار بالتكاليف الملموسة فقط ٠ أما اذا تم أخذ التكاليف غير الملموسة فى الاعتبار فسوف يؤثر ذلك على اتخاذ القرار ٠ وسوف نورد مثال على ذلك وكيف يتم اتخاذ قرار فى تلك الحالة ٠

<u>مثال / ٢</u>

بفرض أن منشأة ما تبحث عن موقع جديد للمصنع الحالى ، وقد تم اكتشاف موقعين ، الموقع الاول فى مدينه القاهرة ، والموقع الثانى فى مدينة الاسكندرية ٠

نفرض أنه قد تم تقييم كلا الموقعين والحصول على المعلومات الموضحه في جدول (٣).

جـــــــــدول (٣)

| نوع التكاليف | القاهرة (موقع ١) | الاسكندرية (موقع ٢) | الاوزان |
|---|---|---|---|
| تكلفة البناء والالات (قيمة الاستهلاك السنوى) | ٥٠٠،٠٠٠ | ٣٠٠،٠٠٠ | ٤٠ |
| الضرائب (سنويـــة) | ٥٠،٠٠٠ | ٢٠،٠٠٠ | ٤ |
| تكلفة الطاقة (سنويـة) | ٢٠،٠٠٠ | ٣٠،٠٠٠ | ٤ |
| اتجاه المجتمع | ١ | ٢ | ١ |
| جودة المنتج كعلاقه بمعنوية ومهارة العمـــال | ٢ | ٣ | ٥ |
| المرونة لاحداث التغيير الذى يمكن أن يحدث . | ١ | ٦ | ٣ |

يلاحظ ان العوامل المتعلقة باتجاه المجتمع ، وجودة المنتج ، والمرونـــة لاحداث التغيير اذا تم التعبير عنها في صورة تكاليف ، فان المشكلة تحل بسهولة ، لكن هذه العوامل تمثل تكاليف غير ملموسة. وبناء على ذلك فانه يمكن أن يـــتم ترتيب تلك العوامل لكل موقع حسب الاهمية النسبية لكل منها . ففي ذلك المثال لو قمنا بعمل مقياس من ١ الى ١٠ ، حيث أن القيمة ١٠ تمثل "أحسن امكانية" يمكـن حدوثها ، والقيمة ١ تمثل أقل شئ مرغوب فيه . وتمثل تلك العوامل الموزونـــة الاهمية النسبية لمجموعة من أهداف العوائد التى نكون بصدد تحليلها . وتبعـــا للاوزان التى تم توقيعها ، نجد أن جودة المنتج تعتبر أهم العوامل بينما اتجاه المجتمع أقلهم من حيث الاهمية . ومن الجدير بالذكر ملاحظة أن هذه الترتيبـــات لقيم الاوزان يمكن أن تتغير بتغير الظروف وتعديل الاهداف . ويمكن استخـــدام المداخل الآتية للحصول على الاوزان( Amrine, 1975 & Riggs, 1970 ) :

١- استخدام تقديرات الشخص المسئول عن اتخاذ القرار .

٢- استخدام قيم متوسطة يتم الحصول عليها من آراء عدد من الافراد الذيـــن

يكونون مسئولين عن المشروع ٠

٣ـ استخدام مزيج من الآراء لعدد من الافراد لتقدير مجموعه من التقديرات أو الاوزان التى تكون مقبولة من كل الاطراف المعنية ٠

ويمكن استخدام هذه المداخل خصوصا اذا كان هناك عوامل غير ملموسة يتم التعامل معها ، ويتم التعبير عن الافضلية كناتج للعوائد أو التكاليف مرفوعة للاس (الوزن) لكل موقع كالآتى :

$$\text{النسبه} = \frac{\text{الافضلية للموقع(١)}}{\text{الافضلية للموقع(٢)}} = \left(\frac{ع_{١١}}{ع_{١٢}}\right)^{و_١} \left(\frac{ع_{٢١}}{ع_{٢٢}}\right)^{و_٢} \left(\cdots\cdots\right) \left(\frac{ع_{ان}}{ع_{ان}}\right)^{و_ف} \cdot \left(\frac{ع_{ان}}{ع_{ان}}\right)^{و_ن}$$

وبناء على المعلومات فى المثال السابق فان اجمالى التكاليف للموقع (١) تساوى ٥٧٠ر٠٠٠ ، وللموقع (٢) تساوى ٣٥٠ر٠٠٠ جنية ٠

$$\text{النسبه} = \left(\frac{٥٧٠ر٠٠٠}{٣٥٠ر٠٠٠}\right)^{٤} \left(\frac{١}{٢}\right)^{١} \left(\frac{٢}{٣}\right)^{٥} \left(\frac{١}{٦}\right)^{٣} = ٠٠٢ر$$

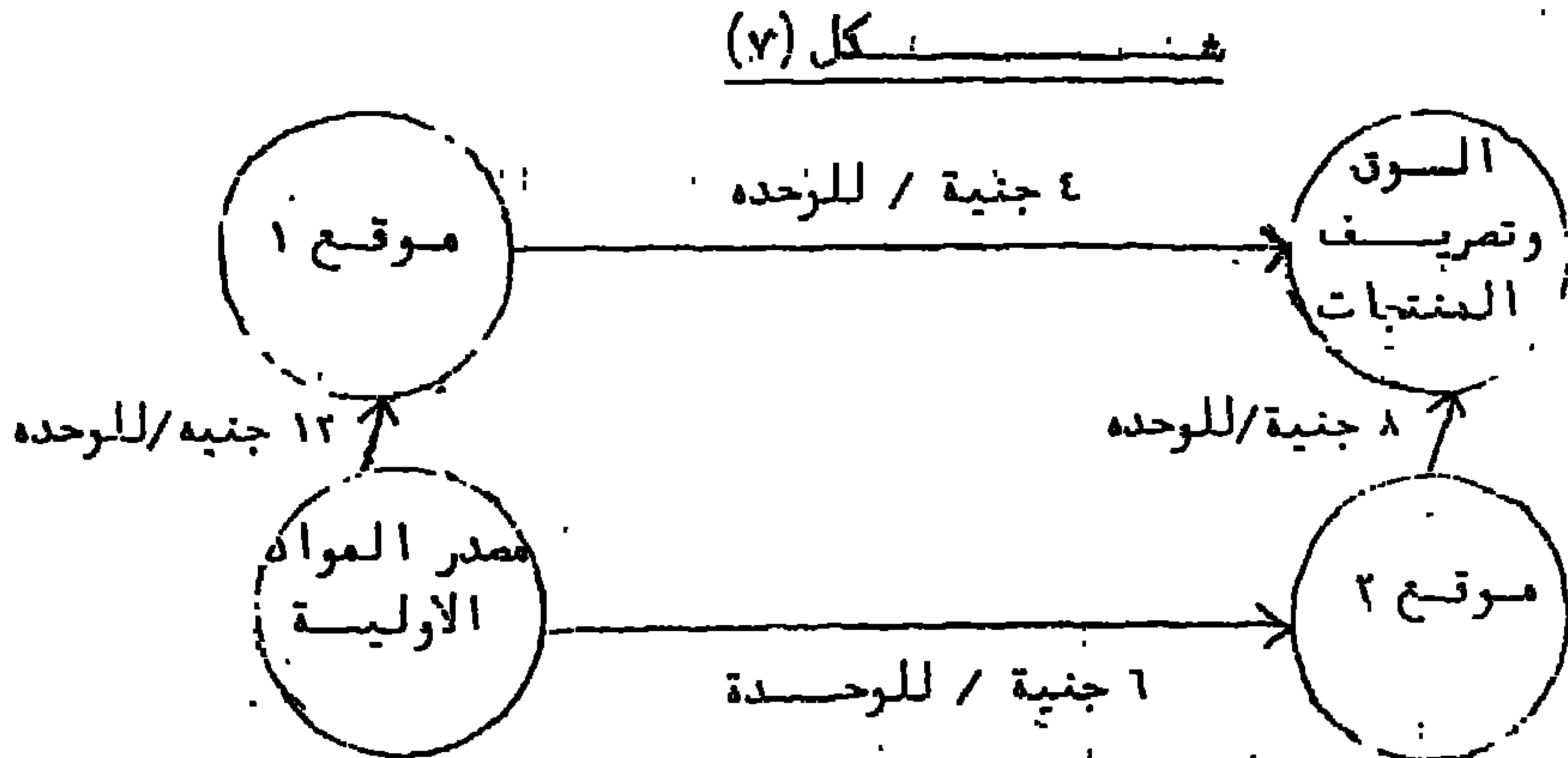
وبناء على تلك النتيجه سوف يتم اختيار موقع (١) لان النسبه أقل من واحد صحيح ٠ أى أن التكاليف فى المقام أكبر من التكاليف فى البسط ، وهذا يعنى أنه يتم اختيار الموقع الذى يوجد فى البسط ٠ أما فى حالة العوائد فيتوقف الاختيار على النسبه الناتجه ، فاذا كانت النسبه الناتجه أقل من واحد ، فهذا يعنى أن العوائد فى المقام أكبر من البسط ويتم اختيار الموقع الذى يوجد فى المقام٠
ويجب ملاحظة أن الاهمية النسبية للعوامل المختلفه (التكاليف أو العوائد) تعتبر واحده للموقعين وذلك نظرا لاهميتها سواء كان الموقع فى القاهرة أو الاسكندريه

٠ انما الذى يحتلفهو العوائد أو التكاليف فى كل مرقع ٠

## أهمية تكاليف النقل فى اختيار الموقع

فى بعض الانواع من المشاريع قد تلعب تكلفة نقل المواد الخام أو السلع التامة الصنع دورا هاما وتعتبر العامل الحاسم فى تقرير عملية اختيار الموقع نظرا لاهميتها وتأثيرها الكبير على تحديد تكلفة السلعه،وهنا يتم استخدام نموذج خاص لتقرير واتخاذ قرار فيما يتعلق بعملية الاختيار بين المواقع المختلفة ٠ ونجد أن عملية اتخاذ قرار تعتبر من السهولة بمكان فى حالة وجود سوق واحد لتصريف المنتجات ومكان واحد للحصول على المواد الاولية كما هو موضح فى هذا الشكل رقم (٧)٠

شكل (٧)

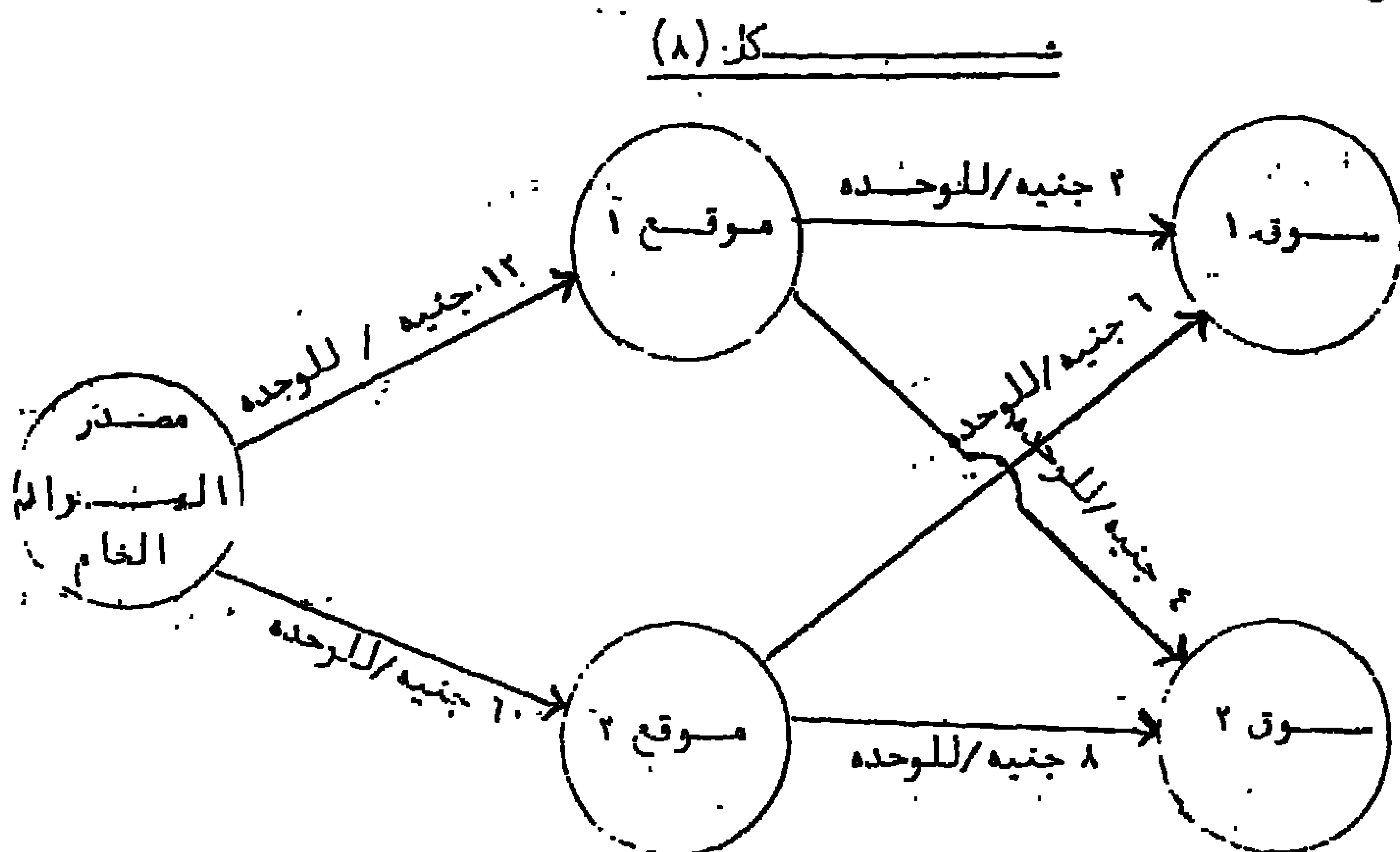



ومن الجدير ملاحظة أن تكلفة شحن المادة الخام للوحده الى موقع (١) تساوى ١٢ جنية ، وسوف نرمز للمرقع (١) بالرمز $م_1$ ٠ والتكلفة ٦ جنية لو تم الشحن الى موقع (٢) وسوف نرمز له بالرمز $م_2$ ٠ ومن الجهة الاخرى فان تكلفة شحن الوحده من السلع التامة من $م_1$ الى السوق تبلغ ٤ جنيه ، وتكلفة شحن الوحده من $م_2$ الى السوق تبلغ ٨ جنيه للوحده٠ وبناء على ذلك فان اجمالى التكاليف المتعلقه بالنقل لموقع (١) ($م_1$) تكون ١٦ جنيه للوحده٠ أما اجمالى التكاليف للموقع (٢)($م_2$) تبلغ

١٤ جنيه وبالتالي فسوف يتم اختيار الموقع م٢ وذلك اذا كانت تكاليف نقل المواد والسلع التامة الصنع هي العامل المسيطر والحاسم عند اتخاذ القرار.

ولو تم تعقيد المشكلة بعض الشئ وذلك بفرض وجود سوقين كما هو موضح في شكل (٨).

شكل (٨)




فيمكن اعداد مصفوفة للنقل باستخدام بيانات التكاليف في الشكل السابق رقم (٨) كالاتي وكما هو موضح في جدول رقم (٤):

جدول (٤)

| الموقع (من) | تكاليف نقل المواد الخام | السوق (س ن) س١ | س٢ | العرض (الانتاج) |
|---|---|---|---|---|
| م١ | ١٢ جنيه/للوحده | ٢ جنيه/للوحده | ٤ جنيه/للوحده | ١٨٠ وحدة/يوم |
| م٢ | ٦ جنيه / للوحده | ٦ جنيه/للوحده | ٨ جنيه/للوحده | ١٨٠ وحده/يوم |
| الطلب | | ٨٠ وحده/يوم | ٨٠ وحده/يوم | |

ومن الجدول رقم (٤) نجد أن كل سوق يحتاج الى ٨٠ وحده في اليوم ويمكن تحقيقها من أى من الموقعين (المصنعين) $م_١$ أو $م_٢$ أو من الاثنين معا . ويلاحظ أن كل مصنع ينتج ١٨٠ وحده في اليوم ، وتعتبر تلك الكميه طاقة كل من المصنعين . وبناء على تلك المعلومات فأى من المصنعين يجب أن يتم اختياره كموقع ؟

ان أول شيء يجب ملاحظته هو زيادة العرض عن الطلب بمقدار ٢٠٠ وحده ، وبفرض أن كلا من المصنعين يعملان بالطاقه القصوى . وبناء على ذلك يجب عمل توازن وذلك باضافة سوق وهمى هو $س_و$ وذلك لاستيعاب ٢٠٠ وحده في اليوم . ويجب ملاحظة أن هذا السوق لا يوجد في الحقيقه ، وعليه فان المصنع الذى يقوم بالتوريد للسوق الوهمى سوف يتم استبعاده كموقع . فلو تم افتراض أن نموذج الشحن للأسواق كان كالآتى كما هو موضح في الجدول رقم (٥):

جدول (٥)

| المصنع (الموقع) | السوق | | | |
|---|---|---|---|---|
| | $س_١$ | $س_٢$ | $س_و$ | العرض |
| $م_١$ | | | ١٨٠ | ١٨٠ |
| $م_٢$ | ٨٠ | ٨٠ | ٢٠ | ١٨٠ |
| الطلب | ٨٠ | ٨٠ | ٢٠٠ | |

ولو كان ذلك هو الحل الامثل ، فهذا يعنى أن المصنع رقم (٢) يمثل الموقع الافضل ، وذلك نظرا لان المصنع رقم (١) قد قام بالتحويل الى السوق الوهمى الذى لا يوجد في الواقع وأيضا يلاحظ أن الزياده في الطاقه للمصنع رقم (٢) قد تم توجيهها الى السوق الوهمى . فلو كان هذا الجدول يمثل الحل الامثل فسوف تكون التكاليف أقل ما يمكن ، ولذلك يجب إختبار ذلك لمعرفة ما اذا كان ذلك هو الافضل أم لا . وتمثل المصفوفه التاليه رقم (٦) اجمالى تكاليف النقل .

جـــــدول (٦)

| المصنع | السوق | | |
|---|---|---|---|
| | س ١ | س ٢ | س و |
| م١ | ١٢ + ٢ = ١٤ | ١٢ + ٤ = ١٦ | صفر |
| م٢ | ٦ + ٦ = ١٢ | ٦ + ٨ = ١٤ | صفر |

لقد تم اضافة تكاليف نقل السلع التامه الى تكاليف نقل المواد الخام. وأى عملية نقل أو شحن الى السوق الوهمى سوف تكون تكلفتها صفر ، وذلك نظرا لعدم وجود هذا السوق فى الحقيقه. والان يجب الاجابه على تلك الاسئله وذلك لايجاد الحل المناسب :-

(١) ما اجمالى التكاليف للمصنع الذى سوف يقوم بالشحن فى الجدول السابق (٦) لو تم استئصال م١ ؟ يتم حساب التكلفه مباشرة ، يوجد ٨٠ وحده سوف تشحن من م٢ الى س١ بسعر ١٢ جنية للوحده أى ٩٦٠ جنيه ، وبالاضافة الى ٨٠ وحده سوف تشحن من م٢ الى س٢ بسعر ١٤ جنيه أى ١١٢٠ جنيه . أى أن اجمالى التكاليف يبلغ ٩٦٠ + ١١٢٠ أى يساوى ٢٠٨٠ جنيه لليوم.

(٢) هل يمكن تخفيض تلك التكاليف بواسطة شحن وحده واحده من م١ الى س١ ؟

لو تم شحن وحده واحده من م١ الى س١ ، فانه يجب اعاده ترتيب جدول الشحن كالآتى :

جـــــدول (٧)

| المصنع | السوق | | | |
|---|---|---|---|---|
| | س ١ | س ٢ | س و | العرض |
| م١ | ١ | | ١٧٩ | ١٨٠ |
| م٢ | ٧٩ | ٨٠ | ٢١ | ١٨٠ |
| الطلب | ٨٠ | ٨٠ | ٢٠٠ | ٣٦٠ |

ان اجمالى التكاليف فى تلك الحالة تساوى (١٤×١) + (١٢×٧٩) + (١٤×٨٠)

أى تساوى ٢٠٨٢ جنيه لليوم · وعلى ذلك فلو تم شحن وحده واحده من $م_١$ الى $س_١$ سوف تزيد التكاليف ·

(٣) هل يمكن تخفيض التكاليف بواسطة شحن وحده واحده من $م_١$ الى $س_٢$ ؟ أنه فى هذه الحالة يجب اعادة ترتيب جدول الشحن كما هو موضح فى جدول (٨) كالاتى :

جدول (٨)

| المصنع | السوق | | | |
|---|---|---|---|---|
| | $س_١$ | $س_٢$ | $س_و$ | العرض |
| $م_١$ | | ١ | ١٧٩ | ١٨٠ |
| $م_٢$ | ٨٠ | ٧٩ | ٢١ | ١٨٠ |
| الطلب | ٨٠ | ٨٠ | ٢٠٠ | ٣٦٠ |

أى أن اجمالى التكاليف سوف تكون : (١٦×١) + (١٢×٨٠) + (١٤×٧٩) أى تساوى ٢٠٨٢ جنيه لليوم · ومرة أخرى نجد أنه لا يوجد انخفاض فى التكاليف · ونظرا لعدم وجود امكانيات أخرى للنقل ، فانه يمكن استنتاج أن الحل الاول هو الحل الامثل ويكون موقع المصنع الثانى هو الموقع الذى يتم اختياره· ويجب ملاحظة أن الخطوات أو الاجراءات السابقه قد تم اتباعها لتقييم الفرق فى التكاليف والذى يمكن أن ينتج من تغيير نماذج الشحن للوحده الواحده ، فلو حدث انخفاض فى التكاليف ، ففى تلك الحاله يمكن شحن أو تحويل أكبر كميه ممكنه لذلك السوق · ولتوضيح ذلك سوف نقوم بشرح مثال آخر ·

بفرض توافر مصفوفة النقل الاتيه والموضحه فى جدول (٩):

جدول (٩)

| موقع المصنع | السوق | | | |
|---|---|---|---|---|
| | $س_١$ | $س_٢$ | $س_و$ | العرض |
| $م_١$ | ١٤ جنيه/للوحده | ١٦ جنيه/للوحده | صفر | ١٠٠ |

تابع جدول (٩)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $م_2$ | ١٢ جنيه / للوحده | ١٤ جنيه / للوحده | صفر | ١٨٠ |
| $م_3$ | ١٦ جنيه / للوحده | ٢٠ جنيه / للوحده | صفر | ١٨٠ |
| الطلب | ٨٠ | ٨٠ | ٣٠٠ | ٤٦٠ |

نبدأ بالحل المبدئى باستخدام طريقة الركن الشمالى الشرقى (وذلك بعد عمل توازن بين العرض والطلب باستخدام سوق وهمى). كما هو موضح فى جدول (١٠).

جدول (١٠)

| المصنع | السوق | | | |
|---|---|---|---|---|
| | $س_1$ | $س_2$ | $س_و$ | العرض |
| $م_1$ | ٨٠ | ٢٠ | | ١٠٠ |
| $م_2$ | | ٦٠ | ١٢٠ | ١٨٠ |
| $م_3$ | | | ١٨٠ | ١٨٠ |
| الطلب | ٨٠ | ٨٠ | ٣٠٠ | |

نبدأ بالركن الاعلى لليد اليمنى ويتم توقيع أكبر كمية وحدات ممكنه الى ($م_1$ - $س_1$)، وتبلغ عدد الوحدات المرقعه ٨٠ وحده، نظرا لان الطلب ٨٠ وحده فلا يمكن توقيع وحدات أكثر من ذلك ولكن العرض ١٠٠ وحده، وكذلك تم توقيع الفرق الى السوق $س_2$، وبناء على ذلك فقد تم استيعاب أو استنفاذ كل الطاقه المنتجه بواسطة $م_1$. وعلى أية حال، فان متطلبات $س_2$ لم تقابل بعد. ونستمر بتلك الطريقه حتى يتم توقيع كل الوحدات ونحصل على التوزيع المبدئى. ويجب ملاحظة أن عدد المشحونات (التوقيعات) المستخدمه لا يمكن أن تزيد عن م + س - ١ حيث أن م = عدد المصانع، س = عدد الاسواق أى أن ٣ + ٣ - ١ = ٥. وهذا يعنى أن عدد المشحونات الذى تم اشتقاقه باستخدام الركن الشمالى الشرقى يجب أن يساوى ٥، وإذا زاد عن ذلك فهذا يعنى أننا سوف لا نحصل على حل أفضل، وعادة ما نحصل على حل

أسرأ اذا زاد العدد عن م + س - ١ ( Dunn & Ramsing, 1981 ) .

والآن بعد الحصول على الحل المبدئي ، يجب أن نقوم بعملية الاختيار لمعرفة ما اذا كان من الممكن تخفيض التكاليف أم لا ، ويوجد أمامنا ٤ تغييرات ممكنة وهي كالآتـــي :-

(١) يمكن تحريك ٢٠ وحده من م١ - س٢ الى م١ - سو وذلك كما هو موضـح في المصفوفه التاليه في جدول (١١).

جـــــدول (١١)

| رقم المصنع | السـوق | | | |
|---|---|---|---|---|
| | س١ | س٢ | سو | العـرض |
| م١ | ٨٠ | | ٢٠ | ١٠٠ |
| م٢ | | ٨٠ | ١٠٠ | ١٨٠ |
| م٣ | | | ١٨٠ | ١٨٠ |
| الطالـب | ٨٠ | ٨٠ | ٣٠٠ | ٤٦٠ |

ويجب ملاحظة أنه لو تم شحن أكثر من ٢٠ وحده ، فسوف ينتج عن ذلك شحن سالب عند تقاطع (م١ - س٢) ، وهذا الموقف لا يحدث ، وأيضا يوجد قيود متشابهة اذا حدثت تغييرات .

(٢) يمكن تحويل ٦٠ وحده من م٢ - س٢ الى م٢ - س١ .

(٣) يمكن تحويل ٦٠ وحده من م٢ - س٢ الى م٣ - س١ .

(٤) يمكن تحويل ٦٠ وحده من م٢ - س٢ الى م٣ - س٢ .

والآن يتم تقييم التغيير الحدى في التكاليف والناتج من شحن وحده واحـــده من م١ الـــى سو :-

١- شحن وحده واحده من م١ الى سو : : + صفر جنيه
٢- شحن وحده أقل من م١ الـــى سو : - ١٦
٣- شحن وحده واحده من م٢ الى س٢ + ١٤

٤- شحن وحده أقل من م٢ الى س و - صفر جنيه

- ٢ جنيه

وهذا يعني أن اجمالي التكاليف يمكن أن تنخفض بمقدار ٢ جنيه عن طريق عمل هذا التغيير • وبالتالي فانه يمكن شحن ٢٠ وحده من انخفاض في التكاليف مقدارة ٢ جنيه عن كل وحده • وبعد ذلك نقوم بعمل نفس الخطوات السابقه•

١- شحن وحده واحده من م٢ الى س١ وينتج تغيير في التكاليف بمقدار صفر•

٢- شحن وحده واحده من م٣ الى س١ وسوف ينتج زياده في التكاليف بمقدار ٤ جنيه عن كل وحده•

٣- شحن وحده واحده من م٣ الى س٢ وسوف ينتج زياده في التكاليف بمقدار ٦ جنيه للوحده•

وتبعا لذلك فانه يتم تحويل ٢٠ وحده من م١ - س٢ الى م١ - س و • وتظهر مصفوفة النقل الجديده كالآتي كما هو موضح في جدول (١٢)•

جدول (١٢)

| موقع المصنع | السوق | | | العرض |
|---|---|---|---|---|
| | س١ | س٢ | س و | |
| م١ | ٨٠ | (+٢) | ٢٠ | ١٠٠ |
| م٢ | (-٢) | ٨٠ | ١٠٠ | ١٨٠ |
| م٣ | (+٣) | (+٦) | ١٨٠ | ١٨٠ |
| الطلب | ٨٠ | ٨٠ | ٣٠٠ | ٤٦٠ |

ويتم أيضا اختبار هذه الترتيبات وذلك لمعرفة ما اذا كان من الممكن ايجاد وفورات أخرى في التكاليف • ان التغيرات الجديده في التكاليف والتي تنتج من التطوير لنموذج الشحن الموضحه في دوائر في الجدول (١٢) السابق • ويلاحظ أنه يمكن ادخال تحسينات وذلك بتحويل ٨٠ وحده من م١ - س١ الى م٢ - س١ ، وسوف

شغلا المعروضه التاليه كما في جدول (١٣):-

جـــــــــدول (١٣)

| وزن المصنع | السوق | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| | س١ | س٢ | سو | العرض |
| ١٢ | (+٢) | (+٢) | ١٠٠ | ١٠٠ |
| ٢١ | ٨٠ | ٨٠ | ٢٠ | ١٨٠ |
| ٣١ | (+٤) | (+٦) | ١٨٠ | ١٨٠ |
| الطلـــب | ٨٠ | ٨٠ | ٣٠٠ | ٤٦٠ |

ان الحل للتكلفة الحدية يوضح أنه لا يوجد تحسينات أخرى يمكن الحصول عليها وذلك لأن المصانع ١ ، ٢ تشحن فقط الى السوق الوهمي وهذا سوف يتم استبعاده. والحل أيضا يوضح أن المصنع رقم ٢ هو الموقع الامثل وسوف يدار بطاقة مقدارهـــا ٨ / ٩ من طاقته الكليه.

وفي الختام لما سبق نود الاشاره الى أن اختيار موقع المصنع وفقا لمبـــدأ تقليل التكاليف قد لا يترافق في أحيان كثيره والاهداف الاجتماعيه أو الصحيـــه أو السياسيه. فقد يهدف المسئولون في بعض الدول الى تشييد المنشآت الصناعيـــه في مناطق معينه من الدولة بغرض تحقيق بعض الاهداف الاجتماعيه أو السياسيـــه أو الصحيه (وذلك بغض النظر عن العوامل السابقه التي تم مناقشتها) ومن أهـــم تلك الاهداف الاتـــي :

(١) توفير مجالات العمل للعاملين ورفع مستوى المعيشه لسكان بعض المناطق فـــي الدولـــة.

(٢) تحديد نطاق تلوث الجو ، والتربه ، والماء.

(٣) تخفيف حده الضوضاء وشدة ازدحام المواصلات وغيرها.

# تصميم المباني

بعد أن يستقر الرأي على اختيار الموقع للمصنع ، فانه يجب أن يتم تحديد طبيعة المباني للمصنع . ومن الطبيعي فان تخطيط الهيكل المادي وتصميم المباني ووضع المواصفات الهندسية بما يتلاءم وطبيعة الصناعة وعمليات الانتاج مسأله تتعلق باختصاص مهندس البناء والمهندسين الصناعيين . ومع ذلك فانه من الضروري لكافة المعنيين بالشئون الاداريه بصفة عامه والمعنيين بموضوع ادارة الانتاج بصفة خاصة دراسة الاتجاهات العامه في تصميم واعداد مباني المصنع قبل اتخاذ قرار تصميم المباني بحيث يمكن ذلك من سد الفجوه بين المفاهيم العلميه وظروف الواقع العملي .

ومن الضرورة بمكان عند اتخاذ قرار بتصميم المباني مراعاة تكاليف الانشاء ، وأثر المباني وطريقة تصميمها على تكاليف التشغيل ، وتكاليف الاضاءة والتهوية وغيرها من الخدمات ، وأيضا تكاليف الصيانة ونفقات الاستهلاك وخلافه . ومن الجدير بالذكر عند اتخاذ قرار تصميم المباني الاختيار بين : (١) المبنى ذو الطابق الواحد ، (٢) المبنى ذو الطوابق المتعددة ، والاختيار بين هذين النوعين يتوقف على عدة عوامل منها طبيعة ونوع السلعه المنتجه وطبيعة العمليات التي تمر بها السلعه المنتجه وخلافه من العوامل . وسوف نقوم بتوضيح مزايا وعيوب كل من هذين النوعين من المباني :

- <u>المزايا التي يحققها المبنى ذو الطابق الواحد</u> :

(١) يمتاز المصنع ذو الطابق الواحد على المصنع ذو الطوابق المتعددة بامكانية وسهولة احكام الرقابة التامه نسبيا ، وبتكاليف أقل نسبيا على كافة عمليات الانتاج والعمال .

(٢) ان تكلفة نقل المواد الاولية والسلع المصنوعه فى نطاق المصنع ذو الطابق الواحد تكون أقل نسبيا من التكلفة فى نطاق المصنع ذو الطوابق المتعددة.

(٣) امكانية ترتيب واعادة ترتيب وسائل الانتاج المختلفه (آلات ومعدات) بسهولة كبيره فى نطاق المصنع ذو الطابق الواحد بالقياس الى المصنع ذو الطوابق المتعدده.

(٤) امكانية السيطره والتحكم فى درجات الحراره والرطوبه ونسبة الغبار نسبيا فى المبنى ذو الطابق الواحد بما يتلاءم واحتياجات عمليات الإنتاج والقوى العامله بتكلفة أقل مما هى علية فى المصنع ذو الطوابق المتعدده.

(٥) سهولة التوسع فى المستقبل وذلك عن طريق بناء طوابق أخرى عند الحاجه.

(٦) القدرة على تحمل الاجهزة والآلات الثقيلة.

(٧) امكانية الاستفاده من الضوء الطبيعى ومن التهويه بدرجه أكبر في المبنى ذو الطابق الواحد.

(٨) يتميز المبنى ذو الطابق الواحد بالمرونه التى تساعد فى عملية التخطيط.

وعلى أية حال فان هناك بعض العيوب للمصنع ذو الطابق الواحد وهى سهولة انتقال الضوضاء والاصوات المزعجه للآلات من مكان لآخر فى نطاق المصنع. وهذا قد يؤثر على الكفاءة الانتاجية للقوى العامله ومن ثم على مستوى الانتاج ويمكن التغلب على هذه الناحيه ومعالجتها عن طريق الصيانه المستمرة للآلات واستعمال المواد الانشائيه العازله للصوت. هذا بالاضافة الى أن تكلفة المتر المربع تكون عادة أكبر منها فى حالة المبنى ذو الطوابق المتعدده (Moore & Jablonski, 1969).

<u>مزايا المبنى ذو الطوابق المتعدده.</u>

(١) عن طريق انشاء مبنى ذو طوابق متعدده يتم استغلال الارض أقصى استغلال خصوصا اذا كانت المساحه المتاحه للمشروع محدوده وتمثل تكلفة الارض نسبه كبيره نسبيا

من اجمالي التكاليف .

(٢) الأدوار العليا تكون بعيده عن الضوضاء .

(٣) قلة تكاليف الانشاء لكل قدم مربع من الأرض .

(٤) عادة ما يتم انشاء هذه المباني من الخرسانه التي تقاوم الحريق .

(٥) سهولة تخطيط مباني المصنع وذلك لان المساحه تكون محدوده في حالة المبنى ذو الطوابق المتعدده بالمقارنه بالمبنى ذو الطابق الواحد .

(٦) أيضا يمكن انشاء المشروع في أي جهة نظرا لان المساحة في حالة الطوابق المتعدده تكون أصغر منها في حالة المبنى ذات الطابق الواحد .

وعموما فانه يوجد العديد من العوامل التي يجب أن تتوافر في المباني والتي تساعد على حسن سير العمليات الانتاجيه ، وتوفر الأمن الصحي للعمال وتتمثل فى الآتــى :

(١) يجب أن يكون الضوء الطبيعي متوفرا ويوجد نوافذ كافيه لهذا الغرض نظرا لأنه يريح العين أكثر من الضوء الصناعي مما قد ينعكس أثر ذلك على الانتاجية .

(٢) يجب أن تكون الضوضاء محدوده داخل المصنع وأن تزود الادارة العمال بوسائل وقائيه في حالة وجود ضوضاء أو عزل الاقسام المسببة للضوضاء أو انشاء جدران عازلة تخفف من حدة الصوت نظرا لان ذلك يؤثر على أعصاب العاملين ويقلل من فاعليتهم .

(٣) يجب أيضا أن يكون مناخ المصنع ملائما من حيث الحرارة لان ذلك يساعد على توفر جو ملائم ينعكس أثر ذلك على فاعلية العاملين ، وعموما فان درجات الحراره أو الرطوبة تتوقف على الطريقه التي يتم بها الانتاج وطبيعة السلعة المنتجه وخلافه .

(٤) ان بعض الصناعات ينشأ عنها غازات أو أتربه تؤثر على صحة العاملين ولذلك لابد من توفير أجهزه تمتص الغازات والاتربه وعمل كل وسائل الوقايـة للعاملين .

(٥) يجب أيضا تزويد البناء بأجهزة لاطفاء الحريق وأجهزة للانذار عند بدء الحريق - وأيضا يجب أن يجهز المبنى بطريقة معينه ، فالاقسام التى يوجد فيها احتمال للحرائق يجب أن تجهز بأبواب غير قابلة للاحتراق وتكون سهلة الفتح وأن تعزل هذه الاقسام بعيدا عن الاقسام الاخرى بعض الشيء .

(٦) يجب أيضا أن يراعى فى البناء وجود مساحات كافيه للحركه للعاملين حتى يستطيعوا صيانة الالات والعمل عليها بالراحه الكافيه ، كما يجب أن يراعى وجود مساحات للمواد والادوات المستخدمه بواسطة العاملين ، ووجود اماكن للراحة والترفيه وللوجبات الى غير ذلك .

ومن الجدير بالذكر ملاحظة أن مراعاة العوامل الفنية والماديه السابقه وغيرها من العوامل له الاثر الكبير على سلامة وأمان وصحة العاملين ، وأيضا فان تلـك العوامل تؤثر على خصائص جماعات العمل من حيث تعاونهم واندماجهم وتماسكهـم وولائهم وانتمائهم الى غير ذلك ، ولا يخفى أثر ذلك على الناحية النفسيـة والمعنويه وعلى الثقه والرضا والحريه والسيادة . وهنا نجد أنه يوجد اختلافات فى وجهات النظر بين كتاب الادارة فيما يتعلق بأثر النواحى الماديه والفنيـه على تحقيق الرضا للعاملين . ولكن مما لا شك فيه أن الاهتمام بالنواحى الماديـة والفنيه وتحسينها على أرضية المصنع يعتبر جزئيا من المتغيرات ذات الاهميـة والضروريه والتى يجب الاهتمام بها نظرا لتأثيرها على خصائص جماعات العمل فى المنظمه وتأثيرها على درجات الثقه والرضا للعاملين وما يترتب على ذلك مـن تأثير على انتاجيتهم ( Lawler, 1977; Fein, 1983; Locke, 1982 ).

# تحـــديـد طـرق ووســائـل الانتــاج

بعد أن يتم تحديد موقع المصنع وطبيعة تصميم المباني ، فانه يجب أن يتم تحديد طرق ووسائل الانتاج التي سيتم استخدامها في العمليات الانتاجيه. والمقصود بطريقة الانتاج مجموعة الاساليب أو الوسائل والعمليات الصناعيه التي تستخـدم في انتاج سلعة ما. ويقصد بوسائل الانتاج مجموعة الوسائط التي تستخدم فـــي العمليات الصناعيه كالمعدات اليدويه والمكانيكيه ومختلف أنواع الآلات. والمقصود بالعملية الصناعيه مجموعة الاجراءات والخطوات المنظمه والتي تهدف الى تحويـــل عوامل الانتاج. وقد مرت العملية الصناعيه بمراحل متعددة منذ قيام الثـــورة الصناعيه حتى الوقت الحاضر. فقد استهدفت الدراسات التأكيد على ضرورة ســـد الفجوه بين المفاهيم الكمية والتطبيق العملي بما يوصل الى رفع الكفـــاءة الانتاجيه والصناعيه للعاملين باستخدام العديد من الاسـاليب ومن تلك الاساليب الاشكال الآتيـــه:

(١) تطبيق مفهوم التخصص وتقسيم العمل بين العمال الصناعيين.

(٢) الاهتمام بنظام الاجر ومحاولة تعويض العامل عن جهدة تعويضا عادلا نسبيا.

(٣) الاهتمام بالتدفق (الانسياب) المنتظم للمواد الاوليه والسلع المصنوعه.

(٤) ترتيب وسائل الانتاج في نطاق المصنع وفقا لطبيعة وظائف الاقسام المختلفه.

(٥) الاهتمام بالنواحي المعنويه للعاملين ، ومحاولة التعرف على مشاكلهـــم داخل وخارج المصنع والعمل على علاجها.

(٦) تنمية وتنوع مهارات العاملين على نطاق عريض يفتح آفاق المستقبل الوظيفي أمامهم. وتهيئة المناخ الايجابي لتحقيق المزيد من الاندماج والانتماء والولاء والتماسك والثقة والرضا بما يتيح الاستفادة من الامكانات لتحقيق التحسن في الانتاجيه.

إن تحديد طبيعة العمليات الانتاجيه الاساسيه وكذلك تحديد طرق ووسائل الانتاج اللازمه للقيام بهذه العمليات يعد من الاهداف الاساسيه لتخطيط الانتاج في المنشآت الصناعيه . فتخطيط وسائل الانتاج يعتبر جانبا أساسيا من التخطيط الانتاج بالمنشأه . فطبيعة العمليات وطرق ووسائل الانتاج تختلف بالضرورة تبعا لاختلاف طبيعة ومواصفات السلعه المراد انتاجها . ففي حالة المصانع المشيدة فعلا ، فان طرق ووسائل الانتاج في نطاق المصنع تكون متوافقه مع خطط الانتاج ، كما أن العمليات الصناعيه ومواصفات السلعه تحدد في ضوء وسائل الانتاج المتاحه . أما المصنع تحت التشييد أو في حالة تقديم سلعة جديدة فانه من الضروري تحديد طبيعة العمليات الصناعيه المراد القيام بها ومن ثم البحث عن وسائل الانتاج الملائمة .

ومن القرارات الهامه التي يجب مراعاتها هي أن تكون وسائل الانتاج ذات مرونه معينه حتى يمكن استخدام تلك الوسائل لانتاج أكثر من نوع من أنواع السلع ، بمعني أنه من المفضل انتقاء وسائل انتاج ذات المرونه بما يمكن من التكيف مع عمليات صناعيه مستحدثه كلما أمكن ذلك . وتنقسم عادة وسائل الانتاج الى قسمين أساسيين (Biegel, 1971 & Steveson, 1986) :

## وسائل الانتاج ذات الغرض (الواحد) المتخصصه .

إن هذا النوع من وسائل الانتاج يصمم بغرض القيام بعملية أو وظيفة انتاجية واحده . ويمتاز هذا النوع من وسائل الانتاج بالقدره على انجاز العمليات ذات العلاقه بدرجه عاليه من السرعه والكفاءة ، وهذا النوع يستخدم في الانتاج الواسع النطاق . الا أن هذا النوع من وسائل الانتاج يعاب عليه في عدم قدرته على التكيف مع عمليات انتاجيه متنوعة ، الامر الذي يجب أخذه في الحسبان عند

اجراء أى تحسين على السلعه الحالية أو ادخال سلعه جديده على خطوط الانتاج الحاليه.

## وسائل الانتاج ذات الغرض المتعدد (غير المتخصصة).

يتميز هذا النوع من وسائل الانتاج بكونه أكثر مرونه على التكيف مع الكثير من العمليات الانتاجية بالمقارنه بوسائل الانتاج ذات الغرض الواحد. وهذا النوع يصمم لانجاز أكثر من وظيفة أو أكثر من مجموعه من المواد أو السلع ذات الاشكال والاحجام المختلفه. ان اتخاذ قرار فيما يتعلق باستخدام وسائل انتاج ذات غرض واحد أو ذات أغراض متعددة يتوقف على الاتى :

(١) تكاليف وسيلة الانتاج والعمر الزمنى المتوقع لها.

(٢) تكاليف تشغيل وادارة الآلات.

(٣) تكاليف الصيانه وتغيير الاجزاء وغير ذلك من التكاليف المماثله.

(٤) الطاقه الانتاجيه للوسيله التى سوف تستخدم.

وعلى أية حال فان عدد الآلات المراد استخدامها يتوقف على حجم الانتاج المتوقع. ولذلك فانه من الاهمية القيام بالتنبؤ بحجم المبيعات المتوقع، ويتم القيام بعمل جداول الانتاج حيث بموجبها يمكن معرفة عدد الساعات الاسبوعية اللازمة لتشغيل الآلات فى المصنع، وهذا بدوره يمكن من تحديد عدد دورات العمل فى اليوم الواحد. ويجب أيضا وضع وقت قياسى لكل عملية مناعيه بالاضافة الى احتساب الفترات الزمنيه اللازمه للصيانة واصلاح الآلات. فكل ذلك، بالاضافة الى الطاقه الانتاجيه للآلة، يتم على أساسة معرفة عدد الآلات اللازمه للعمل لانتاج الحجم المتوقع من المنتج.

## خاتمـــــــة

وفى الختام ينبغى أن نشير الى أن دراسة الموقع وتصميم المبانى وتحديـــد طرق ووسائل الانتاج يجب أن تتوافق مع احتياجات المنشأه ومتطلباتها وظروفها وفى اطار من دراسة متكاملة للجدوى بحيث يوصل ذلك الى الاستفاده المثلى من امكانيات المنشأه ويمكن من خفض التكاليف وتحسين الانتاجيه وتحقيق أكبر قدر من العوائـــد الملموسه وغير الملموسه. بحيث ينعكس أثر ذلك على تحقيق رضاء أطراف التعامـــل مع المنشأه من عاملين ومشرفين واداريين وموردين ومستهلكين وخلافه.

وبهذا المغزى وفقا لتلك المؤثرات فان التخطيط للموقع وتصميم المبانـــى وتحديد طرق ووسائل الانتاج اذا روعى فيها جوانب معينه وخاصة كتلك المشار اليها أعلاه فان ذلك سوف يمكن من سد الفجوه بين المفاهيم النظريه لتلك المتغيـــرات وبين المتطلبات بالواقع العملى. ويؤكد سد الهوة بين تلك المفاهيم بمغزاهـــا العلمى النظرى وبين متطلبات ومحددات التطبيق أن يتم ذلك فى اطار دراسة الجدوى.

ولا يفوتنا هنا أن نشير الى أننا فى هذا الفصل تناولنا أهم الجوانـــب المتعلقه بدراسة المصنع. ولكن تلك الجوانب التى تناولناها لم تشتمل علـــى جميع جوانب دراسة المصنع. ولكننا آثرنا تناول تلك الجوانب باعتبارها أهـــم الجوانب فى دراسة المصنع. ومن ثم فانه لا يفوتنا هنا أن نوضح أن دراسة المصنع فى الواقع العملى ينبغى أن تتضمن الدراسة والتخطيط المتكامل لجميع الابعـــاد المتعلقه بالمصنع. كما ينبغى أن يتم ذلك فى اطار من دراسة متكامله وبحـــوث ميدانية لجدوى انشاء المشروع.

# الفصل الثالث

## الترتيب الداخلي للمصنع

## مقدمـــــــة

تعتبر القرارات المتعلقه بالترتيب الداخلي على درجه كبيره من الاهميـــه ويرجع السبب في ذلك الى (١) ان تلك القرارات توءثر على التكاليف وكفـــاءة العمليات في الاجل القصير وكذا في الاجل الطويل هذا بالاضافه الى مقاومة التغيير والتطوير من جانب العاملين ، (٢) ان تنفيذ تلك القرارات يتطلب استثمـــارات ماليه ليست بالقليله ، (٣) هذا بالاضافه الى ان تلك القرارات تشتمل علـــى انتماءات طويله الاجل والتى تجعل من الصعوبه التغلب على الاخطاء التى قـــد تحدث وسوف تتضح أهمية الترتيب الداخلى من خلال الاستعراض القادم .

وعموما فان التخطيط الداخلى للمصنع هو عملية القيام بترتيب التسهيـلات الماديه وغير الماديه بطريقه كفء لتحقيق الهدف الاساسى من العمليه الانتاجيه وهو الانتاج المادى للسلعه. ويجب أن يلاحظ أن الترتيب الداخلى للمصنع لا يشتمل فقط على الترتيب لآلات الانتاج وانما يشتمل على دراسة وتخطيط الاشياء الاتيـــه بعنايـــه (Amrine, et. al., 1975):

١- تسهيلات النقل الخارجـــى .
٢- استلام المواد ( تفريغ وفحص وتخزين وحركه ).
٣- الانشطـــه الانتاجيـــه.
٤- الخدمات المختلفه للعمليــات.
٥- رقابـــة الجوده ومناطق الفحـــص.
٦- التعبئه لمختلف العمليـــات.
٧- القيام بالتخزين للعمليـات المختلفـــه.
٨- الشحن لمختلف العمليات الى غير ذلك.

ومن ذلك نجد أن الترتيب الداخلى للمصنع لا يقتصر فقط على ترتيب آلات الانتاج وانما يعتبر الترتيب والتخطيط للخدمات أمرا ضروريا. والمفهـــــوم الحديث لانتاج المصنع يرتبط ارتباطا كبيرا بالجوانب الفنيه والتقنيه ، كمـــا أن التطوير والتعديل فى المنتجات وتقديم خدمات جديده أصبح ظاهره ملازمـــه

لنبتقدم التقني فى العصر الحديث • وكذلك فانه لو تم الأخذ فى الحسبان أهمية الجانب التقنى والفنى عند التخطيط للخدمات فان ذلك سوف ينعكس بدرجة كبيرة على مستوى جودتها وكفاءتها ( Theodore, 1975 ).

## أهداف الترتيب الداخلي للمصنع

يجب أن يتم الترتيب الداخلى للمصنع بطريقة تسهل الحركة وتقلل من الوقت والتكاليف الى أدنى حد ممكن • ومن الاهمية بمكان ملاحظة أنه لا يوجد نموذج أمثل للترتيب الداخلى للمصنع يصلح للتطبيق فى كل زمان ومكان • ويرجع ذلك الى أن الترتيب الداخلى للمصنع يتأثر بالعديد من العوامل منها نوع وطبيعة السلعة المنتجة ، وطرق الانتاج المتبعة ، ومساحة المصنع ، وطريقة البناء ، وحجم الآلات وعددها ، وعدد العمال ، وخلافه من العوامل التى يجب أخذها فى الاعتبار عند القيام بالترتيب الداخلى للمصنع •

ويوجد العديد من الاسباب التى تجعل من الضرورى اتخاذ القرارات المتعلقة بالترتيب للتسهيلات المختلفة بالمصنع • وأوضح هذه الاسباب يتأتى عند القيام ببناء مصنع جديد . فالموقع يشتمل أولا على اختيار القطاع الجغرافى ، وبعد ذلك يتم اتخاذ قرار باختيار المدينة ، واختيار حى معين داخل المدينة ثم اتخاذ قرار بالموقع وبالمبانى وأيضا بالتخطيط للتسهيلات المختلفة فى المصنع • فعند بناء مصنع جديد فانه من الممكن بناء المصنع على أساس تخطيط مسبق للتسهيلات بدلا من القيام بعملية البناء وبعد ذلك محاولة التخطيط للتسهيلات بما يتلاءم والمبنى ، وحتى لو تم البناء على أساس التخطيط الذى تم وضعه فالمشكلة لا تحل بذلك وانما توجد عوامل أخرى تؤثر على فاعلية وكفاءة التخطيط بمرور الوقت وتتطلب اعادة النظر فى عملية الترتيب ويجب أخذ ذلك فى الحسبان منذ البداية .

ومن أهم تلك العوامل الاتــي ( Hopeman, 1976 ):

(١) التغيرات في حجم المخرجات أو في مزيج المنتج نتيجة التغيرات فـــي معدلات الطالب ، فاذا قل الطلب تكون هناك حاجه الى تعديل التسهيلات المختلفه في المصنع بما يتلاءم وهذا الانخفاض . واذا ارتفع الطلب فيمكن اضافة آلات جديده ، أو الاحتياج لكمية أكبر من المواد وبالتالي الحاجه الى تعديل التخطيـــــط للتسهيلات بما يتلاءم وهذه الزياده .

(٢) انتاج منتج جديد أو ادخال تغييرات في تصميم المنتجات الحاليه يعتبر عامل آخر يستدعي القيام باعادة التخطيط الداخلي للمصنع .

(٣) تغيير العمليات الانتاجيه نتيجة للتغيرات التي قد تحدث في البيئـــه ، فقد تستدعي التغيرات في التقنيه إحلال الطرق الاتوماتيكيه محل الطرق التقليديه في العمليات الانتاجيه ، ويستدعي ذلك استبدال الآلات وكذا اعادة تصميم نظـــام مناولة المواد . فنجد أنه في تلك الحاله قد يتطلب نفس المجهود الذي تم بذلـــه عند بناء المصنع . ويحدث ذلك غالبا في المنشآت التي تستخدم أنظمة الحاســـب الآلي وذلك نظرا لأن تلك الانظمه تتغير تغيرا سريعا ومستمرا ، وبالتالي توجد حاجه الى اعادة تخطيط التسهيلات كل ثلاث أو أربع سنوات على سبيل المثال . كمـــا أن عدم كفاءة العمليات (مثل ارتفاع تكلفة ادارتها ووجود اختناقات أو وجود حوادث) قد تستدعي اعادة التخطيط .

(٤) ان العوامل البشريه في أنظمة الانتاج غالبا ما تخلق الحاجه الى اعادة التخطيط للتسهيلات . فالعمال قد يجدون أن التخطيط الحالي للتسهيلات لا يحقـــق الكفاءة المطلوبه في تنفيذ العمليات ، أو قد يكون سببا في عدم الراحه عنـــد أداء العمليات نظرا لعوامل كثيرة منها الحرارة والرطوبه ، والضوضاء ، والبروده وغيرها من العوامل التي تؤثر على مستوى الأداء للعمال . وأيضا قد يحدث أخطـاء معينه وتقود الى حوادث صناعيه نتيجة لعدم كفاءة التخطيط الداخلي للمصنع . وفي

تلك الحاله توجد الحاجه الي اعادة التخطيط الداخلي للمصنع حتي ترتفع كفاءة العمليات ويتحقق الأمان عند تنفيذها .

(د) أيضا تنشأ الحاجه الي اعادة التخطيط الداخلي في حالة ما اذا كانت الادارة ترغب في تخفيض التكاليف . فتخفيض التكاليف يمكن أن ينتج عن اجراء التغييرات في طرق العمل أو التغييرات في أساليب ووسائل مناولة المواد ، أو التغييرات في العمليات الانتاجيه أو التحسينات في الآلات أو التغييرات في المواد وخلافه . ولهذه الاسباب ، ومن ثم فانه من الضروري في تلك الاحوال اعطاء العنايه الكافيه لادخال التحسينات علي الترتيب الداخلي كما يجب منذ البدايه أخذ ذلك في الحسبان والتنبوء به وذلك نظرا لان اعادة التخطيط يؤثر علي الاهداف المراد تحقيقها ، ومثال علي ذلك فلو أنه توجد مشاكل متعلقه بالامان وبمعنويات العاملين ، فان التخطيط الداخلي واعادته يجب أن يشتمل علي أو يتضمن القضاء علي تلك المشاكل .

وعموما ، فان التخطيط الداخلي للمصنع يجب أن يحقق الاهداف التاليـه ( Amrine, et.al., 1975 ):

١- تسهيل العمليات الانتاجيه ، وتخفيض التكاليف .
٢- تقليل الاستثمارات في المعدات (الاستثمارات الرأسماليه).
٣- الاستخدام الامثل للمساحة الموجودة أو المتاحه .
٤- تسهيل عملية مناولة المواد بحيث يتم التحرك في أقل مسافه وفي أقل وقت ممكن حتي تقل تكاليف المناوله الي أدني حد ممكن .
٥- زيادة اجراءات المحافظه علي سلامة وأمن العاملين .
٦- تحسين درجة جودة المنتجـات .
٧- تحسين مستوي الخدمه المقدمه للمستهلكين .
٨- رفع الروح المعنويه للعاملين عن طريق تحسين وسائل الراحه في مناطق العمل .
٩- زيادة المرونه في العمليات الانتاجيه .
١٠- تخفيض حالات التأخير وتعطل العمل .
١١- سهولة تطبيق أساليب الصيانه الفعاله للمواد والعدد والآلات .

وخلاصة هذه الاهداف تتركز فى أن الهدف الاساسى من التخطيط الداخلى للمصنع هو وجود علاقه على درجه من الكفاءه بين المخرجات ، والمساحه ، والتكاليف المتعلقه بالصنع . ولقياس مدى الكفاءه فى ذلك يجب أن تكون المخرجات مقاسه فى صورة وحدات أو جنيهات ، والمساحه يجب أن تقاس إما بالقدم المربع للأرضيه أو القدم المكعب للمبنى المنشئ أو بأى وحده قياس أخرى . أما بالنسبه للتكاليف فانها تقاس بالنقود . ففى أى موقف متعلق بالتصنيع يجب أن يكون هناك توازن بين تلك العوامل الثلاثه ، والتخطيط السليم للمصنع يحقق ذلك أو يجعله ممكن التحقيق .

لذا فانه من الاهميه بمكان بناء نظام انتاج متكامل وفقا لطبيعة السلعة المنتجه أو حجم الانتاج المتوقع وطبيعة العمليات الصناعيه . ويجب أن تتوافر على الاقل الشروط التاليه فى نظام الانتاج المتكامل :

(١) تحقيق التوازن الانتاجى لمختلف المراكز والاقسام الانتاجيه فى المصنع .
(٢) تحقيق التدفق المنتظم للمواد الاوليه والسلع تحت الصنع .
(٣) المرونه فى استخدام وسائل الانتاج والقوى العامله فى العمليات الانتاجيه المختلفه .
(٤) تحقيق الاستغلال الكامل أو شبه الكامل لطاقة المصنع ووسائل الانتاج به .
(٥) تحقيق امكانية القيام بعمليات الصنع بأقل تكلفه ممكنه على ضوء مواصفات السلعه .

## العوامل التى تؤثر على التخطيط الداخلى للمصنع

يعد الاتى من أهم العوامل التى تؤثر على التخطيط الداخلى للمصنع :

### السلعة (أو المنتج).

تؤثر نوع السلعه على التخطيط الداخلى للمصنع حيث أنه اذا كانت السلعه ثقيله وذات حجم كبير ، مثلا ، فهذا يتطلب طريقه تجميع معينه . ففى هذه الحاله نجد أنه من الافضل تحريك الآلات والعمال للمنتج بدلا من تحريك المنتج فى مناطق

العمليات. أما اذا كانت السلع من النوع الخفيف والصغير فى الحجم نسبيا ، فمن الانفع تحرك السلعه ، ولذلك يتم اعطاء اهتمام أكبر لمواقع الآلات وطرق المناوله للمواد وخلافه. أما بالنسبه للسلع ذات الكتل الكبيره ، والتى لا تتميز بوحدات صغيره ، مثل الاسمنت فان هذا يتطلب تخطيط متعدد لكى تتحقق المزايا من التخطيط.

## حجم أو معدل الانتاج

يعتبر هذا العنصر عاملا هاما عند التخطيط الداخلى للمصنع ، حيث نجد أنه عند التخطيط الداخلى للمصنع فان الحجم الاجمالى للعمليات يؤثر على أسلوب التخطيط ، كما أن الحجم الاجمالى للعمليات يعتبر أيضا العامل المحدد فى معرفة وتقرير أسلوب الصنع الذى سوف يتم استخدامه.

## الجودة

يجب أن يتم التخطيط الداخلى بطريقه معينه بما يتلاءم ومتطلبات جودة السلعة المنتجه. ففى بعض أنواع السلع يلزم أن يكون المصنع مكيفا بدرجة حراره معينه حتى تتحقق الجوده المطلوبه. وأيضا قد يكون هناك حاجه الى طريقه معينه لمناولة المواد أو التخزين وذلك فى بعض أنواع السلع المعرضه للتلف ، فالطريقه الفعاله فى مناولة المواد والتخزين تساهم فى الابقاء على مستوى جودة أفضل .

## الآلات أو المعدات

أنه من الأهمية بمكان أن تكون آلات الانتاج وآلات مناولة المواد ، ومواقع الخدمات المختلفه موضوعه فى أماكن مناسبه على خطوط الانتاج . اذ أن مواصفات الآلات هى المحدد الأساسى والمهم فى التخطيط الداخلى للمصنع . ويجب أيضا الأخذ فى الحسبان الاحتياجات الخاصه بأجهزة مناولة المواد وخاصة المتحرك منها. كما

يجب وجود ممرات كافيه وحيز للتشغيل والحركه • وأيضا يجب عدم وضع الآلات قريبه من بعضها أو قريبه من الجدران بحيث يتعذر اجراء عمليات الصيانه أو استبدال القطع •

## نوع نظام الانتاج

يعتبر نوع نظام الانتاج المتبع ، من حيث ما اذا كان الانتاج وفقا للانتاج المستمر أو وفقا للانتاج المتقطع ، من العوامل ذات الأهميه والتى تؤثر على الطريقه التى يتم بها التخطيط الداخلى للمصنع • والجدير بالملاحظه أنه فى نظام الانتاج المستمر يكون التخطيط الداخلى للمصنع على أساس المنتج أما فى الانتاج المتقطع فلا يشترط ذلك •

## المبانى

من الناحيه النموذجيه ، يجب أن يكون البناء مناسبا لأفضل تخطيط داخلى للمصنع ، وذلك من النادر أن يتحقق • فعند وضع التخطيط الداخلى للمصنع يكون من الصعب الحصول على أحسن تخطيط نظرا لان الامكانيات والمساحه المتاحه تعوق تحقيق ذلك ، وكل ما يمكن عمله هو التخطيط على ضوء الامكانيات المتاحه وتحقيق أقصى استفاده منها •

## موقع المصنع

ان موقع المصنع أو مكانه يعتبر حلقة الوصل بين المصنع والمجتمع المحيط • فالخدمات مثل السكه الحديد ، أو الطرق والمنافع قد تؤثر على موقع البناء فى بقعه معينه وبالتالى تؤثر على التخطيط الداخلى للمصنع •

## الافـــــراد

ان راحة وأمن العمال يجب أن تتم مراعاتها عند التخطيط الداخلي للمصنع . فنجد أن احدى العمليات أو احدى محطات العمل قد تكون ذات أمان بالنسبة للعاملين فيها ، ولكنها قد تكون ذات خطورة بالنسبه لباقي العاملين بالمصنع . وهذا ما يستدعي إعادة وضع هذه العمليه في مكان آخر ، أو بطريقة أخرى لتحقيق الامان الكلي للعمال . ويجب أيضا الأخذ في الحسبان تحقيق الراحه للعمال وذلك عن طريق انشاء أماكن للراحه وتوفير الخدمات الضروريه لهم . بالاضافه الى ذلك يجب تخصيص حيز كافي حول الآله ، وذلك لضمان أمن وسلامة العامل وحمايته من الاخطار التي يتعرض لها بسبب ضيق الحيز اللازم لتحركه حول الآله . وأيضا يجب مراعاة الجو الداخلي للمصنع من حرارة واضاءة وتهويه وخلافه وذلك نظرا لتأثيرها على كفاءة العمال .

## حـــركة المــواد

ان الاساس في تحقيق الانتاج الاقتصادي هو أن يكون هناك نظام سليم لحركة المواد . فيجب أن يمكن التخطيط الداخلي للمصنع من تحقيق الحد الادنى لتحرك المواد على قدر الامكان ، لان تقليل الحركه ينطوي على انخفاض الجهد والوقت وفي النهاية انخفاض التكاليف . وأيضا يجب مراعاة التدفق المثالي للمواد ، كما يجب مراعاة المرونه في الحركه نظرا لضرورة اجراء التغييرات في المنتجات والعمليات والأجهزة حيث لا مفر من ذلك في الحياه الانتاجيه . والخلاصه هي أن كل العوامل السابقه تمثل مشكلات مختلفه لمهندس التخطيط ومن الصعب بمكان الوصول الى تصميم أمثل ، وانما يجب مراعاة كل تلك العوامل ومحاولة تحقيق التوافق على قدر الامكان حتى نحصل على تخطيط سليم يحقق المزايا المرجوه منه .

## الاساليب المستخدمة فى التخطيط الداخلى للمصنع

من أهم الاساليب المتبعه فى التخطيط (الترتيب) الداخلى للمصنع الاتى ( Starr, 1972 ): التخطيط الداخلى على أساس المنتج ، والتخطيط الداخلى على أساس العمليات ، والتخطيط حول موقع ثابت. ان عملية المفاضله بين هذه الاساليب تعتمد على العديد من العوامل والتى من أهمها نوع السلعه وحجمها ونوع الصناعه وغيرها. وسوف نقوم بشرح كل اسلوب من تلك الاساليب على حده.

## الترتيب الداخلى على أساس المنتج

يستخدم هذا النوع من التخطيط عندما يتم انتاج منتجات أو خدمات على درجه كبيره من النمطيه. ان الطبيعه المتكرره للعمليات تقود بذاتها الى التخصص بالنسبه للعماله والآلات. ويترتب على تقسيم العمل ، انخفاض فى المهارات المطلوبه من جانب العمال. وحيث أن الاستثمارات فى الآلات تكون كبيره ، فانه يجب أن يتم الانتاج بأحجام كبيره ، وهذا يؤدى الى أن تكون التكلفه الكليه للوحده منخفضه.

ونظرا لانه يتم انتاج عنصر واحد أو عناصر متشابهه ، فانه من الممكن ترتيب المساحه الداخليه الكليه بحيث تتوافق مع المتطلبات التكنولوجيه للعمليات. وعلاوه على ذلك ونظرا لان كل عنصر يأخذ نفس التتابع ، فانه غالبا ما يتم استخدام معدات مناوله ثابته الممر مثل السيور لنقل العناصر بين العمليات. وفى الصناعه تسمى تلك السيور خطوط انتاج أو تجميع على حسب نوع الصناعه. أما فى البيئات غير الصناعيه فانه قد يتم أو لا يتم استخدام مصطلح مثل خط العملاء فى الكفاتيريا.

وهنا واذا نظرنا الى هذا النوع من الترتيب ، نجد أنه فى الغالب اذا لم توجد نمطيه مرتفعه فى هذا النظام فان المزايا من هذا النظام قد لا تتحقق. ومثال نجد أنه فى غسيل العربات الاتوماتيكى يتم امداد جميع السيارات بخدمات

مساويه من حيث كمية الصابون والماء والتلميع وذلك بالرغم من اختلاف درجات النظافه بالنسبه لكل سياره تمر بذلك الخط ، فنجد أن بعض السيارات قد تكون نظيفه بدرجه ما وهذا لا يتطلب نفس كمية الصابون والماء والتلميع الذى قد تحتاجه سياره أخرى غير نظيفه وهذا يعتبر ضياع واسراف فى الصابون والماء والمجهود ( Stevenson, 1986 ).

وعلى أية حال فان هذا النوع من التخطيط يسمح بالاستغلال الكامل للعماله والآلات ، وهذا يعوض التكاليف المرتفعه لهذا النوع من التخطيط . ونظرا لأن العناصر تتحرك بسرعه من عمليه الى أخرى ، فان الاستثمار فى العمليات تحت التشغيل غالبا ما يكون أقل ما يمكن . ونظرا لكون العمليات مرتبطه ببعضها البعض ومعتمده على بعضها البعض ، فان أى خطأ أو أى اعطال قد تحدث بسبب تعطل الآلات أو أى شيئ آخر يؤدى الى توقف النظام ، وعليه فانه من الضروره بمكان وجود صيانه مانعه وفحص دورى واحلال للأجزاء غير السليمه والتى قد تسبب تلف كبير وخلافه . وبالطبع فانه من الصعوبه بمكان وجود صيانه مانعة يمكن أن تستأصل العطل كاملا . ولذلك فانه يجب وجود مقاييس ومعايير حتى تساعد على الاصلاح السريع والذى قد يشتمل على الابقاء على مخزون من الاجزاء التى من المحتمل أن تتعطل والاجزاء التى تستخدم للقيام بعملية الاصلاح فى حينه . وتعد هذه الأجزاءات بالطبع مكلفه وبالتالى ونظرا للطبيعه المتخصصه للآلات ، فان المشكلات قد تصبح أكثر صعوبه لحلها واستعابها بالكامل .

وعموما فان عملية التخطيط الداخلى للمصنع على أساس المنتج هى عباره عن ترتيب محطات العمل التى اعدت بالتحديد لانتاج منتج معين أو مجموعه من المنتجات المتماثله بالدرجه الأولى . ويتضح ذلك فى الكثير من الأمثله بالمصانع ، ومنها عمليات تعبئة المشروبات الغازيه أو صناعة السجائر والالات الكاتبة والتلفزيون والراديو والتليفون والآلات الحاسبه وتجميع السيارات حيث تعتبر كلها من الاعمال

المتخصصه ذات الانتاج بأحجام كبيره والتى تتطلب تخطيطا داخليا على أساس المنتج . ويتم الانتاج عادة للتخزين وليس بناء على طلبات العملاء . وعادة ما يتم ترتيب محطات العمل على أساس مجرى ثابت لكي يتم القيام بانتاج المنتج من خلال تتابع موحد للعمليات ، حيث يتم بنفس الترتيب لكل وحده من وحدات الانتاج ( Levin, et.al., 1972 ). ووفقا لهذا الاسلوب يتم ترتيب وسائل الانتاج طبقا لتتابع أو تسلسل العمليات الصناعيه المختلفه التى توصل الى سلع تامة الصنع فى نهاية الخط الانتاجي . ان حركة السلعه قد لا تكون على شكل خط مستقيم وانما يشترط فى الانسياب أن يكون بصورة منطقيه بمعنى أن السلعه تحت الصنع تمر على عمليات صناعيه متسلسله وتكون كل عمليه مكمله للعمليه السابقه لها ، وهذا يعني أن العمليات متتابعه ولا حاجه لمرور السلعه بالمحطات الانتاجيه السابقه مرة ثانيه ( Riggs, 1970 ). ويوضح الشكل ( ٩ ) نموذجين لخطوط الانتاج .

ان التخطيط الداخلي للمصنع على أساس المنتج عادة ما يستخدم المعدات الاوتوماتيكيه والمصممه خصيصا وذلك بدرجه أكبر منه فى حالة التخطيط للمصنع على أساس الموقع الثابت أو على أساس العمليات . ومن الامثله المعروفه فى تخطيط المصنع على أساس المنتج ذلك المستخدم فى خط تجميع السيارات بمصانع دترويت " Detroit " وفى ذلك الخط يتم وضع اطار السياره في بداية خط التجميع ويتحرك ذلك الاطار عن طريق السير المتحرك ، حيث يمر بعد ذلك بآلاف من المحطات بطول ذلك الخط الذى يبلغ طوله حوالى ١/٤ ميل ، حيث يتم اجراء نفس العمليات لكل سياره من السيارات التى تمر بذلك الخط الى أن يتم استكمالها فى نهاية الخط . وتعتبر أجهزة التليفون والسلع المعمره وكثير من المنتجات من الامثله التى يستخدم فيها خط التجميع . وفى بعض الصناعات التى تستخدم التخطيط على أساس المنتج قد يتم جميع العمليات اتوماتيكيا عن طريق آله واحده ، ومن أمثلة ذلك آلة صناعة السجائر وآلة صناعة محركات السيارات .

شكل ( ٩ )

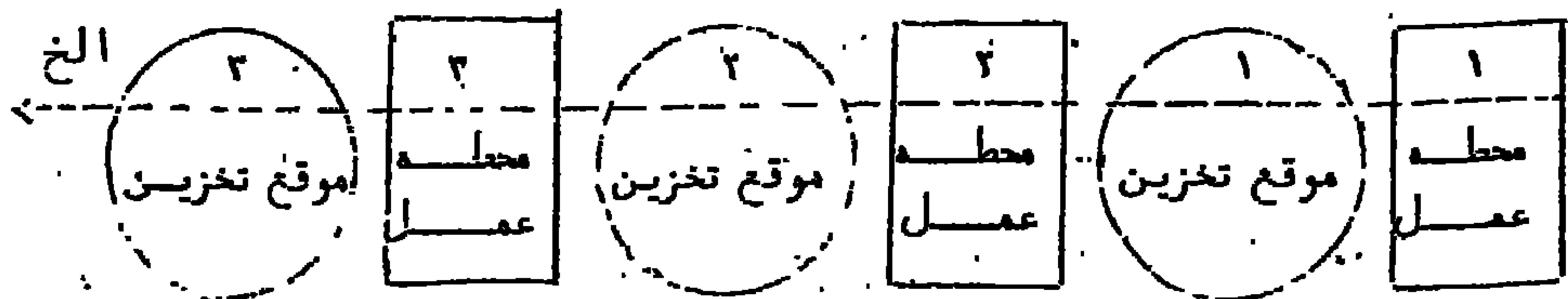
## خط الانتاج القائم على أساس المعدل الثابت للانتاج

الابتداء ← تدفق العمل ← النهاية

| الابتداء | ١ | ٢ | ٣ | ٤ | ٥ | ٦ | ..... محطة ن | النهاية |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| مواد عمالة وخلاقة | محطة عمل | محطة عمل | محطة عمل | محطة عمل | محطة عمل | محطة عمل | محطة عمل | عنصر نهائي كامل الصنع |

يتم في هذا الخط ربط جميع محطات العمل بسير متحرك عادة يقوم بتحريك جميع وحدات الانتاج بمعدل ثابت خلال جميع محطات العمل .

## خط الانتاج القائم على أساس المعدل غير الثابت للانتاج




نظام حركة المواد في كل زوج من محطات العمل المرتبطة يكون مستقل عن نظام الحركة بالمحطات الاخرى ، كما أن معدلات الانتاج قد تختلف من محطة لأخرى .

□ محطة عمل

○ موقع المخزون ( قد لا يتم استخدامه في جميع المحطات )

← حركة المنتج .

وبالاضافة الى ذلك فإننا قد نجد أمثله أخرى للتخطيط على أساس المنتج فى المجالات غير الصناعيه ، اذ تعتبر خطوط الخدمه بكثير من الكافيتيريات والمصارف وغسيل السيارات الاتوماتيكى وخدمات البريد من ضمن الامثلة على ذلك .

ويتطلب التخطيط الداخلى للمصنع على أساس المنتج الانتاج بكميات كبيـــــره وذلك لتغطية التكاليف الباهظه لهذا النوع من التخطيط ، كما يتطلب سهولة حركة المواد خلال خط الانتاج ، كما يجب أن تتوافر معلومات كامله مسبقه عما ينبغـــى انتاجـــــه .

وفى التخطيط الداخلى على أساس المنتج فانه يتم الاختيار بين نوعين مـــن خطوط الانتاج ، الاول هو خط الانتاج القائم على أساس المعدل الثابت للانتــــاج ، والثانى هو خط الانتاج القائم على أساس المعدل غير الثابت للانتاج . وسنتناول ذلك بالشرح فيما يلى :-

<u>خط الانتاج القائم على أساس المعدل الثابت للانتاج :-</u> ان خط الانتـــاج القائم على أساس المعدل الثابت للانتاج عادة ما يستخدم نظام مناولة المـــواد الأتوماتيكى فى عمليات المناوله حيث يتم تحريك المواد أو وحدات الانتاج خـــلال كل محطه من محطات العمل بمعدل ثابت سواء بالنسبه لكل وحده من وحدات الانتاج أو بالنسبه للمواد الداخله فى انتاج كل وحده . وتعتبر المشروبات الغازيـــه وتجميع السيارات وصناعة السجائر كلها أمثله لذلك ، حيث توضع كل وحدة مـــن وحدات الانتاج على مسافات محدده على السير المتحرك والذى يتحرك بسرعه معينه ومحدده . وفى بعض الأحيان قد يتطلب الأمر دقه متناهيه فى توقيت العمل وذلك كما فى حالة جهاز التليفون حيث يتم ضبط السير المتحرك وادارته وفقا لتوقيت للبدأ وتوقيت للانتهاء ، وهذا يعنى أن الوحدات تتحرك الى المحطه التاليه عند كـــل توقيت للبدأ على خط الانتاج ، كما أن الوقت يكون محدد لأداء العمل لكل وحـــده من وحدات الانتاج فى كل محطه من محطات العمل .

ونظرا لان مناولة المواد تكون أوتوماتيكيه ومستمره ، فان خط الانتاج القائم على أساس المعدل الثابت للانتاج يكون ملائما لتحريك الاحجام الكبيره والثقيلة نسبيا من المواد والمنتجات كالسيارات والثلاجات والغسالات على سبيل المثال • ويعد انخفاض الاحتياج الى المخزون بمحطات العمل من مزايا هذا النوع من خطوط الانتاج خاصة وأن المواد التى تستخدم والوحدات التى تنتج تكون ذات أحجام كبيره نسبيا • كما أن هذا النوع من خطوط الانتاج يمكن من استخدام نوعيات مختلفه من المدخلات على طول خط الانتاج وفقا لحاجة كل محطه من محطات العمل •

ونستنتج من ذلك أن الانتاج بخطوط الانتاج القائمه على أساس المعدل الثابت للانتاج يتحرك بمعدل ثابت كما أن المسافه بين كل وحده وأخرى متساويه على طول خط الانتاج ، وقد تنشأ بعض المشاكل المتعلقه بتحقيق التوازن للطاقات المختلفه على طول الخط وذلك نظرا لأنه يجب أن تكون تلك الطاقات موزعه بالتساوى قدر الامكان بين المحطات المختلفه تجنبا لضياع الوقت فى بعض المحطات ولذلك يجب توجيه عنايه خاصه لعملية التوازن بين المحطات عند التخطيط الداخلى للمصنع. ومراعاة الوقت اللازم لانجاز العمل بكل محطه على امتداد خط الانتاج ، وذلك نظرا لأن كل عامل له وقت محدد للانتهاء من الاعمال الموقعه له قبل تحرك السلعه الى المحطه التاليه ، وعلى ذلك فيجب أن يكون الوقت كافى على الاقل لغالبية العمال للانتهاء من الاعمال ، نظرا لأن أى تأخر من جانب العمال فى الانتهاء من الاعمال الموكوله لهم فى محطه معينه أو عدم الكفاءة فى مناولة المواد سوف يؤثر على الخط الانتاجى كله بسبب تتابع العمليات واعتماد كل منها على الاخر ( Riggs, 1970 ).

<u>خط الانتاج القائم على أساس المعدل غير الثابت للانتاج :</u> يمكن هذا الخط من خطوط الانتاج كل محطة من محطات العمل من أخذ الوقت الكافى للانتاج وفقا لحاجتها لاكمال الاعمال المطلوبه ، كما يمكن أيضا من استخدام محطات للمخزون بين

محطات العمل من أجل مواجهة التفاوت في توقيت انجاز الاعمال • وبدلا من استخدام النظام الاتوماتيكي المتكامل في المناوله بين محطات العمل فانه تستخدم تسهيلات منفصله للمناوله (كالرافعات والشاحنات والطرق اليدويه في المناوله) لتحريك الوحدات بين محطات العمل عموما •

وعادة ما يستخدم ذلك النوع من خطوط الانتاج في حالة انخفاض عدد الوحدات المنتجه حيث يمكن تجنب نظم المناوله المرتفعة التكاليف والتي تستخدم في خط الانتاج القائم على أساس المعدل الثابت للانتاج • ويمكن ذلك النوع من خطوط الانتاج من استخدام مدخلات متنوعه لانتاج منتجات (وحدات) متنوعه، ولكن بشرط تحديد جدول أسبقيه كل نوع من الوحدات التي ستنتج على خط الانتاج. وكذا يجب تحديد المعلومات الضروريه لانتاج كل نوع من المخرجات ، وعلى سبيل المثال تحديد نوع المدخلات الضروريه لانتاج كل نوع من المخرجات • كما يسمح ذلك النوع باستخدام محطات للمخزون في هذا النوع من خطوط الانتاج حيث يمكن ذلك من الاستفاده من وقت العمال والآلات دون حدوث أي تعطيل بعمليات التخزين بين محطات العمل ، كما يتم تخصيص أماكن لوضع الوحدات التي يتم انتاجها • وبالتالي فان العمال في كل محطه للعمل يتمكنون من العمل بكفاءة في الانتاج كما يتم الاستفاده من العمال المهره وذلك بغض النظر عما يحدث في المحطات الأخرى ، حيث لا يؤثر سير العمل بمحطة ما على سير العمل في المحطات الأخرى في تلك الحاله • كما أن الانتفاذة الفذ من كل عامل بذلك النوع من خطوط الانتاج تعتبر أعلى منه في خط الانتاج القائم على أساس المعدل الثابت للانتاج وذلك في حالة توافر كل التسهيلات الأخرى اللازمه لسير العمل بخط الانتاج •

<u>تقرير عدد الوحدات التي يمكن للخط انتاجها في الساعة:</u> ان تحليل الطلب على السلعه يعد من المتطلبات الاساسيه لاختيار معدل الانتاج • ومن ثم يمكن استخدام التنبؤ بالطلب في حساب عدد خطوط الانتاج التي سوف تستخدم وعدد

الورديات اللازمه لكل خط انتاج وأيضا تحديد الطاقه الانتاجيه التى ينبغى أن تكون لكل خط .

ونظرا لارتفاع تكلفة الوقت الاضافى ، وتكلفة استبدال العمال ، وأيضا تخصيص العمال على ورديات غير ثابته للانتاج ، فان المنشأه عادة ما تصمم خطوط الانتاج على أساس عدد من الورديات الثابته أو الدائمه يوميا وذلك بما يحقق الاستفاده الكامله من الخط (ورديه واحدة أو أثنين أو ثلاثه يوميا ). ونجد أنه اذا كانت تكلفة العماله عاليه بالمقارنه بتكلفة اعداد خط الانتاج (الحاله التى يستخدم فيها خط التجميع قدر قليل من الآلات والمساحه) فانه عادة ما يتم استخدام ورديه واحده حتى ولو كان من الواجب استخدام أكثر من خط . ومن الجهه الأخرى ، فانه اذا كانت تكلفة اعداد خطوط الانتاج مرتفعه ، فعادة ما تدار خطوط الانتاج على اساس استخدام ورديات متعدده طالما أن تكاليف الاجور للعمال والمشرفين المتعلقه بالورديات الاضافيه تكون فى نطاق الحدود المسموح بها .

ان زيادة معدل الانتاج فى خط الانتاج القائم على أساس الانتاج بمعدل غير ثابت لا يمثل مشكله عادة نظرا لامكانية مضاعفة عدد العمال والآلات المستخدمه .

ويوضح الجدول رقم ( ١٤ ) خط انتاج متحرك بمعدل غير ثابت لاداء عمليات معينه باستخدام أربع آلات ، حيث تتطلب كل عملية آله مستقله وعامل واحد لادارتها .

جدول ( ١٤ ): خط انتاج متحرك بمعدل غير ثابت باستخدام أربع آلات .

| الاله/العامل | معدل انتاج الاله فى الساعه بالوحدات | عدد الآلات والعمال اللازمين لتحقيق معدلات مختلفه من الانتاج (ولتكن س / ساعــه) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | س=٦٠ | س= ١٠٠ | س =١٦٠ | س = ٢١٠ | س=٣٦٠ | س = ١٠٠٠ |
| أ | ٢٥ | ٣ | ٤ | ٧ | ٩ | ١٥ | ٤٠ |
| ب | ٣٠ | ٢ | ٤ | ٦ | ٧ | ١٢ | ٣٤ |
| ج | ٤٥ | ٢ | ٣ | ٤ | ٥ | ٨ | ٢٣ |
| د | ٢٠ | ٣ | ٥ | ٨ | ١١ | ١٨ | ٥٠ |

تـابـــع جـــدول (١٤ )

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| اجمالي عدد الآلات | ١٠ | ١٦ | ٢٥ | ٣٢ | ٥٣ | ١٤٧ |
| معدل الانتاج ÷ عدد الالات المطلوب | ٦ | ٦٫٣ | ٦٫٤ | ٦٫٦ | ٦٫٨ | ٦٫٨ |

وهنا نجد أنه يمكن تحقيق معدلات انتاج مختلفه على خط الانتاج وذلك بمجرد تغيير عدد الآلات والعمال المستخدمين على ذلك • ويلاحظ في هذا المثال أن معدل كفاءة الآله والعامل عادة ما يزداد كلما زاد معدل الانتاج على الخط • وهذا يتضمن أن خط واحد فقط وليس أكثر من خط يكون كاف لمواجهة الطلب عادة •

أما في حالة ما اذا كان الخط متحرك بمعدل ثابت فهو عادة ما يشتمل على نطاق محدد من معدلات الانتاج الممكنه اقتصاديا وتقنيا • فالعمل الأطول هو الذى يحدد أقصى معدل انتاج للخط المتحرك بمعدل ثابت ، وذلك نظرا لان هذا العمل يجب أن يتم أداؤه على كل وحده ماره على طول خط الانتاج • وبالتالي اذا تم تحريك الوحدات خلال محطات العمل بسرعه أكبر فان هذا لن يسمح بالانتهاء من ذلك العمل الاطول المشار اليه • ومثال على ذلك ، لو فرض أن أطول عمليه تؤدى على خط الانتاج تستنفذ من الوقت ٦ر دقيقه ، فهذا يعني أن الخط المتحرك لا يمكن أن ينتج أكثر من (٦٠ ÷ ٦ر) ١٠٠ وحده في الساعه • ومن الأهميه بمكان ملاحظة أن ذلك المعدل الأقصى للانتاج لا يكون دائما بصورة مطلقه حيث يتوقف معدل الانتاج على درجة التقنيه الحاليه ، والحجم الحالي المطلوب من المنتج • وعلى ذلك فان تطوير واستخدام معدات ذات درجه عاليه من الكفاءة الانتاجيه يمكن من زيادة معدلات الانتاج كما أن زيادة الطلب بطريقه ملحوظه قد تبرر تطوير معدات حديثه ليست متاحه في الوقت الحالي • وهذا ماحدث في شركة جنرال موتورز " General Moters " عندما قررت الابقاء على نفس نموذج هيكل سيارة ڤيجا " Vega " لعدة أعوام ، وقد أدى تطوير معدات حديثه في الانتاج الي زيادة الطاقه القصوى

بخط الانتاج من ٧٠ سيارة في الساعه الى أكثر من ١٠٠ سيارة في الساعه .

**تحديد معدلات الانتاج لمحطات العمل الفرديه :** حيث أنه يتم تحديد معدل الانتاج في الساعه على خط الانتاج الذى تم اختياره ، فانه يمكن تحديد ومعرفة معدل الانتاج النموذجي لأي محطة عمل على طول خط الانتاج . ففي خط الانتاج المتحرك بمعدل ثابت تكون معدلات الانتاج لكل محطات العمل واحده ، وهي تلك المعدلات التى يتم تحديدها مسبقا . والسبب في ذلك يكمن في أن الوحدات توضع على أبعاد متساويه على طول الخط المتحرك ، وأيضا فان الوحدات تتحرك بنفس السرعه أثناء مرورها بمحطات العمل المختلفه على طول خط الانتاج . وبذلك نجد أن سرعة الخط والمسافه بين كل وحده وأخرى هي التى تحدد معدلات الانتاج للخط . ويتم تحديد المسافات بين كل وحده وأخرى بطريقه تسمح بالرؤيه الواضحه لكل وحده بحيث تكون المسافه أقل ما يمكن ، لأن السماح بمسافات كبيره بين كل وحده وأخرى سوف يتطلب أن يتحرك خط الانتاج بطريقه أسرع حتى تتحقق معدلات الانتاج المطلوبه . ومثالا على ذلك ، لو فرض في مصنع لانتاج السيارات أن المسافه بين كل سياره وأخرى كانت ٢٥ قدم ، وكان معدل الانتاج المطلوب ٦٠ سياره في الساعه على خط الانتاج ، فان سرعة حركه الخط تكون ٢٥ قدم لكل دقيقه (أى سياره لكل دقيقه) . ولكن اذا كانت المسافه المسموحه بين كل سياره وأخرى ٣٥ قدم ، فيجب أن يتحرك الخط بسرعة ٣٥ قدم في الدقيقه حتى يمكن انتاج المعدل المطلوب في الساعه . ومن الأهميه ملاحظة أن التحديد لمعدلات الانتاج على الخط المتحرك بمعدل ثابت كثيرا ما يمكننا من تحديد الوقت المتاح للعمل لكل وحده في كل محطه من محطات العمل . فلو فرض أن الوقت المتاح بالدقائق للعمل على كل وحده متحركه على خط الانتاج ومارة بكل محطه عمل هو ت دقيقه :

∴ ت = (٦٠ / م) - و حيث أن :

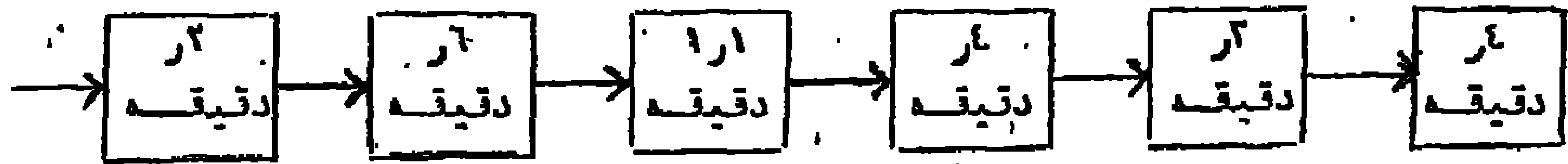
م = معدل انتاج محطات العمل بالوحدات لكل ساعه .

و = الوقت اللازم أو المطلوب بالدقائق من العامل لاعداد نفسه بعد الانتهاء من عمل وحده واحده قبل البدء في الوحده التاليه.

فلو فرض أن م = ١٦ وحده في الساعه ، و = ١٥ر دقيقه فان :

∴ ت = ٦٠ / ١٦ - ١٥ر = ٧٥ر٣ - ١٥ر = ٦٠ر٣ دقيقه متاحه للعمل على كل وحده وذلك لتحقيق المعدل المطلوب للانتاج . وبالتالي نجد في هذا المثال أنه لا يمكن أن يزيد الوقت المتاح للعمل على الوحده في كل محطه عن ٦٠ر٣ دقيقه حتى لا يتعطل العمل بخط الانتاج . وبالاضافه الى ذلك ، ولضمان وجود احتمال أكبر للانتهاء من كل العمل المتوقع ، فانه يجب أن يمكن الوقت المستخدم كل العمال من الانتهاء من العمل .

وللتوضيح نفترض أن منتج ما يتطلب القيام بالانشطه السته التاليه حسب الاسبقيه الموضحه على الشكل التالي :




واذا نظرنا الى الشكل لوجدنا أن مجموع أوقات الانشطه يساوي ٣ دقيقه . وأطول نشاط يتطلب وقت مقداره ١ر١ دقيقه. وهنا اذا نظرنا الى تلك الدوره التي تحدث حتى يتم الانتهاء من وحده واحده. لو تم توقيع تلك الاعمال الى محطة عمل واحده تبعا لهذا التسلسل ، فان أقصى وقت يحدث للانتهاء من وحده واحده سوف يكون ٣ دقيقه . أما اذا تم توقيع الأنشطه الى محطات عمل وليس محطه واحده ، فان أقل وقت يمكن أن يتم أخذه هو ١ر١ دقيقه والذي يمثل أطول وقت يمكن أن تأخذه أي نشاط أو عمليه من هذه العمليات. ويمكن حساب الطاقه اليوميه (معدل الانتاج) أو المخرجات عن طريق قسمة وقت العمل اليومي على الوقت الذي تأخذه الدوره (الوقت المطلوب للانتهاء من وحده واحده). أي أن :

معدل الانتاج (المخرجات) = وقت العمل (ادارة) لخط الانتاج / الوقت الذى تأخذه كـــل دوره

م = وع / ود

فلو فرض أن الخط سوف يعمل لمده ٨ ساعات فى اليوم (٤٨٠ دقيقه) مع وقت للدورة مقدارة ١ر١ دقيقة فان م = ٤٨٠ / ١ر١ = ٤٣٦ وحده تقريبا • أما اذا كان وقـت الدوره ٣ دقائق فان م = ٤٨٠ / ٣ = ١٦٠ وحده ، ويمكن حساب وقت الدوره كالاتى :

وقت الدوره ( ود ) = وقت العمل فى اليوم / معدل الانتاج (مخرجات) = وع / م

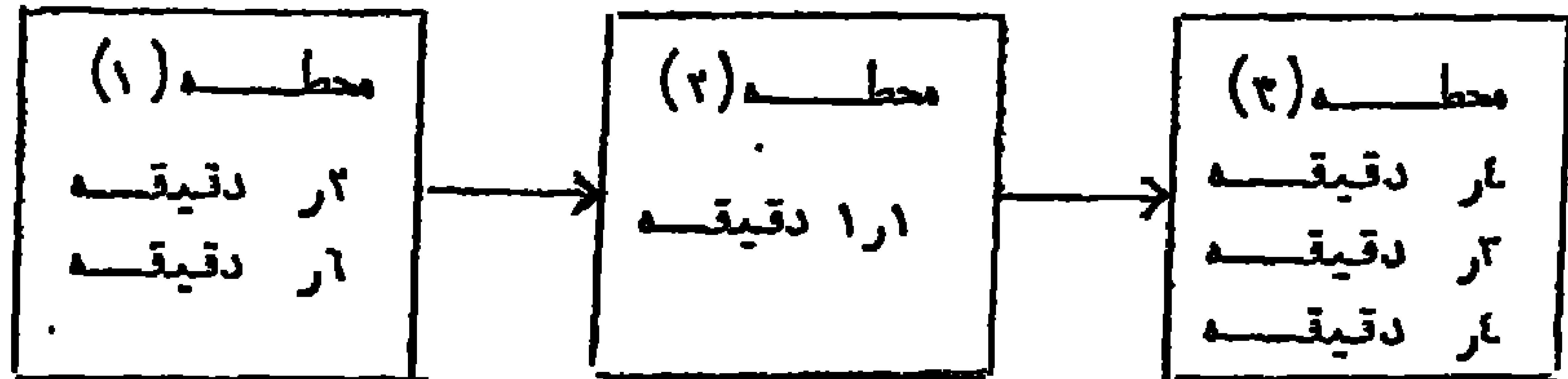
ومن الجدير بالذكر ملاحظة أن عدد المحطات المطلوبه يرتبط بكل من المخرجات (معدل الانتاج) والقدره على تجميع الانشطه الاساسيه فى محطات العمل • ان أقـل عدد من المحطات الضرورى للامداد بمعدل محدد من الوحدات يتم حسابه كالاتى :

أقل عدد من محطات العمل = مخرجات × مجموع أوقات الانشطه / وقت العمل على خط الانتـــاج

عم = م × مج ون / وع

وبفرض أن المعدل المرغوب من المخرجات هو أقصى معدل يمكن انتاجه على هـذا الخط وهو ٤٣٦ وحده فى اليوم ، وهذا يتطلب أن تكون وقت الدوره ١ر١ دقيقـه •
وبناء عليه فان أقل عدد من المحطات المطلوبه لتحقيق هذا الهدف هو :

عم = ٤٣٦ × ٣ / ٤٨٠ = ٢ر٧٣ محطه أى ثلاث محطات تقريبا • هـذا وقد يزيد عدد المحطات عن ثلاثه حيث يرتبط ذلك بمدى النجاح فى تجميع الانشطه فى مجموعات عمل واحده • وبناء عليه يتم تجميع الانشطه السته السابقه كالاتى فـى ثلاث محطات للعمل وذلك بناء على أن وقت الدوره ١ر١ دقيقه وبالاخذ فى الاعتبـار الاسبقيات والتتابعات للانشطه •




وحيث أن الهدف من توازن الخط هو تخفيض الوقت العاطل الى أقل حد ممكـن ، فانه يتم حساب الوقت العاطل لكل دوره لكل محطة عمل يكون كالاتي :

الوقت العاطل لكل محطه = وقت الدوره - وقت المحطـــه
= ود - وم

ويتم حساب ذلك كالاتـــــى :

| المحطـــه | وقت المحطـــه | الوقت العاطل في المحطه |
|---|---|---|
| ١ | ٨ر | ٣ر |
| ٢ | ١ر١ | صفـــر |
| ٣ | ١ر١ | صفـــر |
| | | ٣ر |

ان نسبة الوقت العاطل هو النسبه بين الوقت العاطل لكل دوره الى اجمالي الوقت المتاح لكل دوره أى يساوى :

$$\text{نسبة الوقت العاطل} = \frac{\text{مجموع الوقت العاطل بكل الدورات}}{\text{عدد المحطات} \times \text{وقـــت الدورة}}$$

وط ٪ = مج وط / عم × ود

ويساوى فى المثال السابق وط ٪ = ٣ر / ٣ × ١ر١ = ٩٠ر٩ ٪

واذا كانت نسبة الوقت العاطل تساوى صفر فان هذا يعنى أن خط الانتاج قد حقـق توازن تام ، بينما كلما زادت تلك النسبه فان هذا يعنى أن التوازن على خط الانتاج ليس جيدا ويوجد الكثير من الوقت العاطل فى المحطات . وسوف نقـــــوم بشرح كيفية وطرق تحقيق التوازن فيما بعـــد .

هذا عن خط الانتاج المتحرك بمعدل ثابت ، أما بالنسبه لخط الانتاج المتحرك بمعدل غير ثابت فنجد أن تحديد معدلات الانتاج يتسم بشئ من الصعوبه. وأساسا يوجد اختيارين لتحديد معدل الانتاج ، أولا : يمكن منح محطات العمل مخزون كاف بحيث يمكن لكل محطة أن تنتج المعدلات المطلوبه باستقلاليه عن باقى المحطات. ثانيا : إذا لم يكن فى الامكان ذلك ، فالبديل الآخر يكون بزيادة معدلات الانتاج بدرجة كافيه فى كل محطه عمل لتعويض الوقت المفقود نتيجة اعتماد المحطات على بعضها. ونجد أنه فى الحاله الأولى وهى حالة السماح بكميات كبيره من المخزون فى محطات العمل ، فان ذلك سوف يضمن الآتى : -

أ - وجود حيز بصفة دائمه لكل وحده منتهية.
ب - وجود وحدات بصفة دائمه لاستمرار العمل عليها.

وبناء على ذلك فان معدل الانتاج سوف يكون مساويا لأقل متوسط معدل انتاج فى محطات العمل. ونتيجة لذلك فان كل محطات العمل يمكن أن يوقع لها نفس معدل الانتاج المطلوب للخط.

وغالبا ما يتم الاستفاده من المعدات والآلات بأقصى حد ممكن فى حالة الخط المتحرك بمعدل غير ثابت ، وذلك نظرا لان العمال المهرة لن ينتظروا العمال غير المهره كما هو الحال فى خط الانتاج المتحرك بمعدل ثابت عموما.

أما فى حالة ما اذا كان المخزون فى محطات العمل غير مسموح به فإن الوحدات لا يمكن أن تمر بمحطة العمل التاليه حتى يتم الانتهاء من الوحدات التى يتم العمل عليها فى جميع محطات العمل. وعلى ذلك فان معدل الانتاج فى أى محطة يتم تحديده على أساس أكبر وقت تأخذه محطه العمل لصنع وحده ما. ونظرا لان الوقت للعمليات المختلفه خاضع للتغيير ، فان المحطه التى تعمل ببطئ يمكن أن يتغير الوقت الذى تستغرقه باختلاف الوحدات التى يتم تصنيعها.

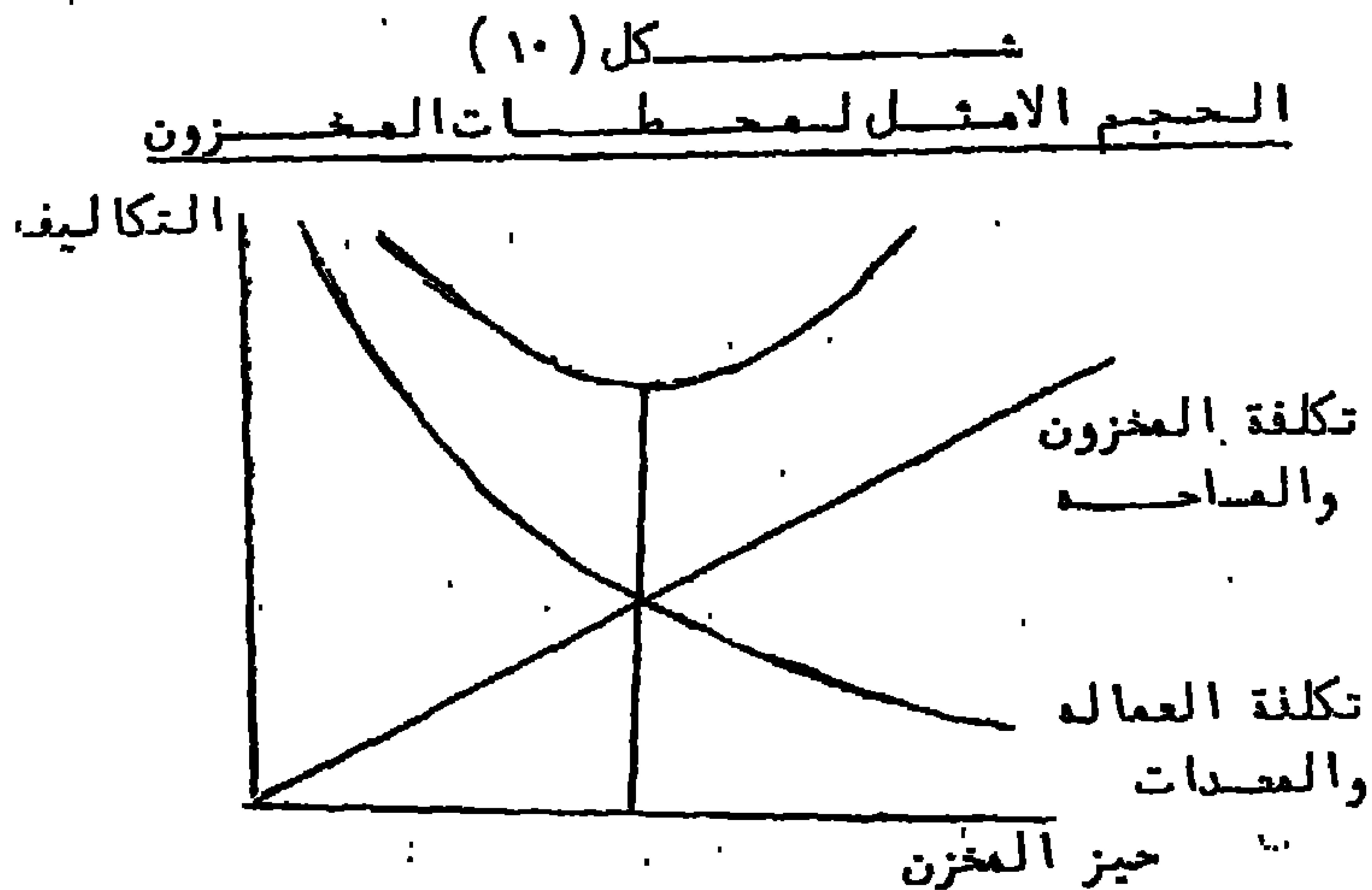
ومن الأهميه بمكان أن يؤخذ فى الحسبان معدلات الانتاج المطلوبه على خطوط

الانتاج سواء تم تحقيق ذلك عن طريق السماح بمحطات للتخزين بين محطات العمل ، أو باستخدام معدلات انتاج مرتفعه . فنجد أنه في حالة ما اذا كانت المنشـــأه تقوم بانتاج سلع ذات أحجام كبيره فان توفير مخازن بين محطات العمل سوف يكون باهظ التكاليف ، ولذا فانه يستخدم في حدود ضيقه. أما لو اتجهت المنشأه الـــى الحصول على معدلات انتاج مرتفعه وذلك من خلال السماح لوقت أقل للعمليات فـــى كل محطه عن الوقت الحقيقي الذى تستغرقه ، فانه في تلك الحاله تحدث مخاطـــر متعلقه بالامداد بمحطات عمل اضافيه نظرا لان كمية العمل التي يجب انجازها فـــى الحقيقه سوف تظل كما هي بغض النظر عن اتجاه الاداره لتخفيض الوقت عشوائيا .

ان الحجم الامثل من المخازن يمكن تحديده براسطة تخفيض اجمالي التكاليف المتعلقه بالآتى: ١- الابقاء على مستويات عاليه من المخزون ، ٢- الامداد بمحطات عمل اضافيه ، وذلك كما هو موضح بشكل ( ١٠ ) . ونجد في الحياه العمليه أن القيام بالاختيار من بين هذين البديلين ليس بالشئ السهل . وقد قامت العديد مـــن المنشآت ، بناء على الخبره السابقه عن خطوط الانتاج المماثله ، بتطويـــــر قواعد مرشده لتحديد معدلات إنتاج ومستويات مخزون مناسبه لمحطات العمـــــل ( Levin, et.al.,1972 ).

شـــــكل ( ١٠ )

الحجم الامثل لمحطات المخزون



<u>توازن خط الانتاج .</u> ان تحقيق التوازن على الخط متعلق بتجميع الاعمال التي سوف يتم أدائها في محطات عمل متوازنه . والهدف من ذلك أن يتم تجميع الأعمال بحيث يتم انتاج المعدلات المطلوبه في كل محطه عمل على قدر الامكان. وذلك نظرا لوجود كميه ثابته من العمل يجب أداؤها على كل وحده . وتلك الاجراءات التي يتم اتخاذها لتحقيق التوازن تؤدى الى تقليل العماله والمعدات المطلوبه لادارة الخط بالمعدلات المرغوبه .ومن ثم يمكن خفض التكاليف الى أقل قدر ممكن ( Jerome, 1969 ). ففي حالة ما اذا كان مجموع الوقت في كل محطه عمل متساوى على طول الخط فان خط التجميع يحقق التوازن التام ولا توجد أية مشكله .. وهذا لا يحدث في معظم الأحوال . فعملية تحقيق التوازن ليست بالشيء السهل وذلك نظرا للتتابع التكنولوجي للعمليات والذى يحتم الأداء بتتابع معين . هذا بالاضافه الى أنه قد توجد صعوبه في ادماج بعض الانشطة مع البعض الآخر وذلك نظرا لعدم تشابه الانشطه . وهذا ونجد أن الوقت الذى يدفق على كل نشاط ليس متساوى . وأيضا قد توجد صعوبه في تحقيق التوازن خصوصا اذا كان عدد الأنشطه كبيرا حيث لا يمكن القيام بعمل التوازن يدويا . وإنما يتم استخدام بعض المداخل التي تساعد على ايجاد التوازن وحل المشكلات المتعلقه بذلك . وأحد تلك المداخل هو استخدام الكمبيوتر حيث يمكن عن طريق المحاوله والخطأ ايجاد الحل الذى يصعب على الفرد التوصل اليه في الواقع العملي . ففي بعض التطبيقات تم ايجاد توازن مثالي لـ ١٠٠٠ عنصر من عناصر العمل موزعه على ٢٠٠ محطه عمل في خلال ثلاث دقائق من وقت الكمبيوتر ( Edward, 1969 ).

ان الفكره الرئيسيه لتوازن خط الانتاج تبدأ بتقسيم الاعمال الرئيسيه لمشروع ما الى أعمال فرعيه . وهذه بدورها تنقسم الى أعمال أكثر تفريعا وهكذا . ثم توضع تلك الاعمال في تتابعات معينه إما قبل تخصيصها للمحطات أو بعد ذلك . وتسمى تلك الترتيبات للاعمال (في تتابعات معينه طبقا لطريقة الاداء) بالتتابع

الممكن • فاذا كان لدينا عدد ن من الاعمال فانه في المقابل يوجد عدد لـ ن (مضروب ن) من الترتيبات المختلفه التي يمكن أن يرتب بها هذا العدد من الاعمال • ولكن يجب ملاحظة أنه يوجد عدد من الاعمال التي يجب أداءها قبل الاخرى وبالتالي فان بعض من مضروب ن سوف يكون ممكنا •

إن التتابع المحتمل يمكن أن يحول الى توازن وذلك عن طريق توقيع الاعمال بالطريقه المعطاه للتتابع • وبعد توقيع الاعمال الى المحطه الاولى سوف نجد أن عمل ما سوف لا يمكن توقيعه الى المحطه الاولى إما لكون الوقت المطلوب للمحطه لا يسمح أو لأن العمل سوف لا يؤدي في نفس المنطقه • وبالتالي يصبح ذلك العمل هو الأول في المحطه الثانيه ويتم البدء مره أخرى في توقيع الاعمال لتلك المحطه الى أن نصل الى عمل لا يمكن توقيعه الى تلك المحطه فيكون هو الأول في المحطه الثالثه .•••• وهكذا الى أن نقوم بتوقيع عدد وقدره ن من الاعمال • ولتوضيح ذلك نفترض المعطيات الآتيه :ـ

١ـ وجود مجموعه من الأعمال ١، ٢ ، ٣ ، ٤ ، ••• الى ن ، حيث يجب أداء هذه الاعمال على كل قطعة عمل ، وكل مرحله عمل معينه تستنفذ وقت للانتهاء منها ومجموع تلك الاوقات يحدد اجمالي الوقت اللازم للانتهاء من خطوات معينه •

٢ـ وجود علاقات سابقه بين تلك الاعمال أو الخطوات والتي تفرض قيود على الطريقه التي تنساب بها العمليات المختلفه •

٣ـ وجود بعض القيود المحدده ، والتي تمنع تجميع أعمال معينه في نفس محطة العمل (أو في محطه عمل واحده )• فمثلا العمل على الجزء الامامي والخلفي عند انتاج سلعة كبيره الحجم قد لا يتم في نفس محطه العمل عموما •

٤ـ وجود بعض القيود الأخرى والمتعلقه بأن أعمال معينه يجب أن يقوم بأداءها شخصان على سبيل المثال الى غير ذلك •

ويوضح الشكل ( ١١ ) خريطه مبسطه للخطوات اللازمه للقيام بعمل ما ، فنجد

أن الأوقات موضوعه داخل الدائره كما هو موضح ، كما أن الأسهم تشير الى اتجـاه الخطوات اللاحقه. فنجد أن ؟ ——← ب يعنى أن العمل رقم ؟ يجب أن يسبق العمل رقم ب ، ونجد أيضا أن ب ——← و تعنى أن العمل ب يجب أن يسبق العمل رقـم و . وأيضا يعنى أن العمل ؟ يجب أن يسبق العمل و . وأيضا نجد أن الرقم I ، II يعنى أن العمل رقم ج يمكن أن يؤدى اما في منطق I أو في منطقه II وهكـــذا ( Edward, 1969 ).

شـــــكل ( ١١ )

ولتوضيح كيف يتم التوازن على خط التجميع سوف نورد بعض الطرق المستخدمه في هذا الغرض ، ومن تلك الطرق ماهو مستخدم لتقليل الوقت الضائع الى أقل حـد ممكن والاخرى تستخدم لتقليل عدد محطات العمل الى أقل حد ممكن مع معرفة وقـت الدورة في كل محطة ومن تلك الطرق الآتى ( Edward, 1969 ):

**طريقة كلبردج وستر " Kilbridge & Wester "** اقترح كل من كلبردج وستر نموذج لتوازن خطوط التجميع وتبدأ تلك الطريقه بتوقيع الاعمال المختلفه تبعا لتتابعها الى أعمده. فنجد فى مثالنا السابق الموضح فى شكل (١١) يتم توقيع العمود رقم ١ الى العمل أ ، والعمود رقم ٢ الى العمل ب ، جـ ، د ، هـ ، والعمود رقم ٣ الى العمل و ، س ، وهكذا. والفكره الرئيسيه فى عملية التوقيع كالاتى :-

١- يتم توقيع الاعمده على أساس أن الأعمال التى يمكن أن تؤدى هى أو غيرها فى نفس الوقت (أى لا يوجد خلاف بالبدء فى عمل قبل الآخر) توقع لنفس العمود.

٢- يمكن أن تتحرك الاعمال بين الاعمدة. .

ولتوضيح النقطه الثانيه نجد فى الشكل (١١) أن العمل ط يمكن أن يكون فى عمود ٥ أو عمود ٤ . ولتوضيح كيفية تحقيق التوازن لهذا الشكل باتباع تلك الطريقة يتم نقل المعلومات من الشكل الى الجدول الاتى رقم (١٥):-

جدول (١٥)

| العمود | العمل | الاعمده التى يمكن التحرك اليها | الوقت | الوقت المتراكم |
|---|---|---|---|---|
| ١ | أ | | ٦ | ٦ |
| ٢ | ب | | ٢ | |
| | جـ | يمكن أن يتحركوا إلى عمود ٣ | ٥ | |
| | د | إذا تحرك س ، ط إلى عمود | ٧ | |
| | هـ | ٤ ، ٥. | ١ | ٢١ |
| ٣ | و | | ٢ | |
| | س | يمكن أن يتحرك س الى عمود ٤ لو تحرك ط الى عمود ٥ | ٣ | ٢٦ |
| ٤ | ح | | ٦ | |
| | ط | يمكن أن يتحرك الى عمود ٥ | ٥ | ٣٧ |
| ٥ | ك | | ٥ | ٤٢ |
| ٦ | ل | | ٤ | ٤٦ |

ولو فرض أن دورة العمل في كل محطه سوف تكون ٢٣ دقيقه ، ولكي يتم تحقيق التوازن على ذلك الشكل بهدف تقليل الوقت العاطل الى أقل حد ممكن يتم النظر الى الوقت المتراكم في جدول (١٥) ، فنجد أن ٢١ دقيقه استخدمت للعمل في عمود ١ ، ٢ ، فلو تم اضافة عمل (ر) لحصلنا على ٢٣ دقيقه في كل من المحطه الاولى والثانيه. وبذلك لا يوجد وقت عاطل في كلتا المحطتين .

أما اذا كان وقت الدوره في كل محطه عمل ١٦ دقيقه بدلا من ٢٣ دقيقه ، مره أخرى لو نظرنا الى الجدول رقم (١٥) لوجدنا أن الوقت المتراكم لعمود ١ ، ٢ هو ٢١ دقيقه ، ولو قمنا بتحريك العمل ج فسوف نحصل على وقت مساوى الى ١٦ دقيقه (٢١ ـ ٥) للمحطه الاولى . وأيضا لو قمنا باضافة العمل ح فسوف نحصل على وقت مساوى تماما الى ١٦ دقيقه في المحطه الثانيه. وذلك باستعمال الاعمال في الاعمده ١ ، ٢ ، ٣ . وهذا يترك لنا ثلاثة أعمال مجموع أوقاتهم مساوى الى ١٤ دقيقه في المحطه الثالثه. وبالتالي يتم الحصول على التوازن وذلك باستخدام ثلاث محطات عمل مع تقليل الوقت العاطل الى أقل حد ممكن .

وأيضا لو تم إفتراض أن وقت الدوره في كل محطه هو ١٠ دقائق ، ففي تلك الحاله يجب تحريك الاعمال ب ، هـ من العمود الثاني الى العمود الاول لتقليل الوقت العاطل الى أقل حد ممكن وفي نفس الوقت مراعاة القيود المتعلقه بالمنطقه والتتابعات وخلافه . وبذلك نحصل على ٩ دقائق للمحطه الاولى . ونجد أن العمل ج ، د هو الباقي في عمود ٢ . وهذين العمليين لا يمكن أن يوقعا لمحطة عمل واحده نظرا لان مجموع أوقاتهم ١٢ دقيقه ، وبالتالي يجب تحريك العمل ج الى عمود ٣ . ويتم توقيع العمل د ، و الى المحطه الثانيه ، والعمل ج ، ر الى المحطه الثالثه . وبهذا تتبقى الاعمال ح ، ط ، ك ، ل حيث تتطلب ٣ محطات للعمل نظرا لان ط قد تحرك الى عمود ٥ . ويجب ملاحظة أن الأعمال يمكن أن تتحرك الى الاعمده السابقه طالما أنه يتم مراعاة طريقة التتابع والاوقات المتعلقه التي

يجب أداء العمل فيها وخلافه. ومن الجدير بالذكر أن هذا الحل ليس هو الحل الامثل طريقة كلبردج وستر جيده وبسيطه اذا كان الوقت المطلوب لكل محطة عمل كبيرا. ولكن اذا كان وقت الدوره في كل محطه عمل صغيرا فالحل بهذه الطريقه لا يكون هو الحل الامثل في معظم الاحوال وهذا يقلل من فاعلية تلك الطريقه. ولكن يمكن القول أن لكل طريقه مميزات وعيوب وبالتالي يمكن استخدام كل طريقه تبعا للظروف التي يتم فيها اتخاذ قرار معين.

**طريقة هيلجيسون وبيرني** " Helgeson & Beirnie " ان طريقة ترتيب الاعمال حسب الاوزان قد تم تطويرها بواسطة هيلجيسون وبيرني. وتبدأ تلك الطريقه بحساب الاوزان للاعمال المختلفه وذلك عن طريق اضافة الوقت اللازم لأداء كل عمل الى كل الاوقات اللازمه لأداء الاعمال التابعه لذلك العمل مباشرة. وبعد حساب الاوزان ، يتم ترتيب الاعمال وذلك بوضع العمل الذي يأخذ وزن أطول أولا ثم يليه الاقل في الوزن ثم يليه الاقل فالاقل وهكذا الى أن يتم ترتيب جميع الاعمال. ويوضح الجدول رقم ( ١٦ ) الاعمال مرتبه حسب الاوزان لكل عمل وكذا الاعمال السابقه لكل عمل وذلك بناء على المعلومات الوارده في الشكل رقم (١١) السابق.

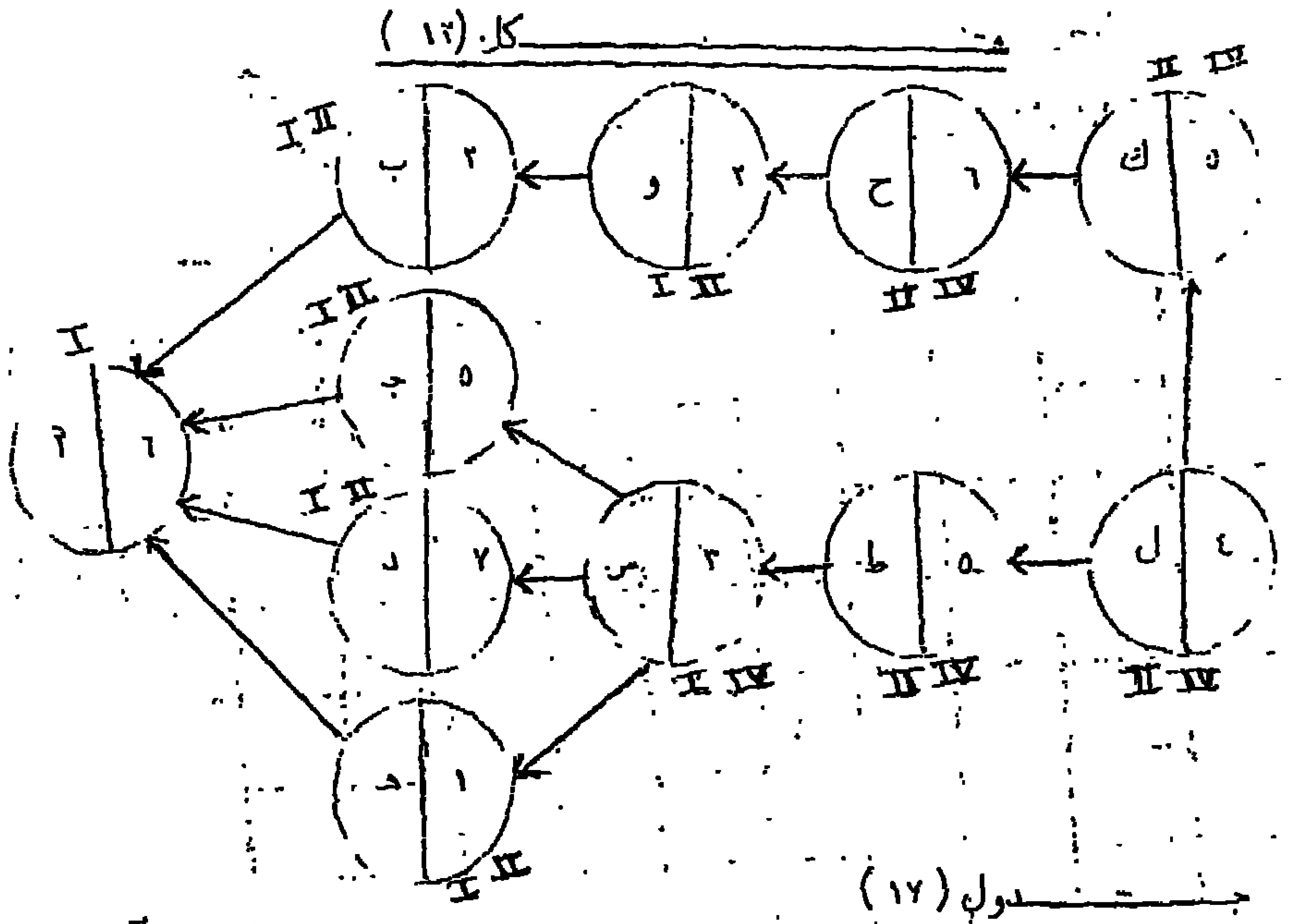
جـــــدول (١٦)

| الاعمال | أ | ب | د | جـ | و | ح | هـ | س | ط | ك | ل |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الاوزان | ٤٦ | ١٩ | ١٩ | ١٧ | ١٧ | ١٥ | ١٣ | ١٢ | ٩ | ٩ | ٤ |
| الاعمال السابقه مباشـــرة. | — | أ | أ | أ | ب | و | أ | جـ،د،هـ | س | ح | ط،ك |

ولتحقيق التوازن ، وبفرض أن الوقت المطلوب في كل محطه يساوي ١٠ دقائق ، فانه يتم استخدام أكبر وزن أولا ثم يليه الاصغر فالاصغر وهكذا كأساس لترتيب الاعمال في المحطه الاولى والمحطات التاليه على أن يراعى الوقت المطلوب في كل محطه والتتابعات وخلافه من القيود الموجوده. ومن ذلك ينتج التوازن الآتي والذى

يتطلب ٦ محطات عمل : | أ ، ب ، و | د ، هـ | ج ، س | ح | ط ، ك | ل | وللحصول على توازن آخر يمكن الاختيار بينه وبين التوازن السابق ، قدم كل من هيلجيسون وبيرنى فكرة الاوزان المعكوسه ( من الآخر الى البدايه ) وذلك عن طريق تغيير اتجاه الاسهم بالعكس من النهايه الى البدايه ويتم حساب الاوزان كما هو موضح بشكل رقم (١٢ ) وجدول رقم (١٧ ).

شكل (١٢ )




جدول (١٧ )

| الاعمال | ل | ط | س | ك | ح | د | ج | و | ب | هـ | أ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الاوزان | ٤٦ | ٣٧ | ٣٢ | ٣١ | ١٦ | ١٣ | ١١ | ١٠ | ٨ | ٧ | ٦ |
| الاعمال السابقة مباشرة | — | ل | ط | ل | ك | س | س | ح | و | س | ب ، ج ، د ، هـ |

وباستخدام تلك الطريقه يتم الحصول على التوازن الاتى والذى يتطلب ٦ محطات عمل أيضا | ل ، ط | س ، ك ، هـ | ح ، و ، ب | د | ج | أ |.

ولتقييم تلك الطريقه ، يجب أن ندرك أنها تتطلب النظر بواسطة مهندس

خبير كجزء أساسي منها٠ ومن مميزات هذه الطريقة ان المهندس الخبير يستطيع الحصول على توازن مبدئي سريع والذي يمكن العمل عليه للحصول على توازن أمثل ٠ وأيضا نجد أن كمية العمل المطلوبة لايجاد هذا التوازن لا تتزايد كثيرا مع تزايد عدد الأعمال - ومن الجهة الأخرى نجد أنه من الصعب الحصول على توازن مثالي في جميع الاحوال ٠

<u>طريقة هوفمان</u> " Hoffman " يبدأ العمل بطريقة هوفمان ببناء مصفوفة تمثل الاعمال تبعا لتتابعاتها على الشكل ٠ وبناء على المثال السابق (شكل رقم ١١) يتم عمل المصفوفه الآتيــــه :

| | أ | ب | ج | د | هـ | و | س | ح | ط | ك | ل |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| أ | | ١ | ١ | ١ | ١ | | | | | | |
| ب | | | | | | ١ | | | | | |
| ج | | | | | | | ١ | | | | |
| د | | | | | | | ١ | | | | |
| هـ | | | | | | | ١ | | | | |
| و | | | | | | | | ١ | | | |
| س | | | | | | | | | ١ | | |
| ح | | | | | | | | | | ١ | |
| ط | | | | | | | | | | | ١ |
| ك | | | | | | | | | | | ١ |
| ل | | | | | | | | | | | |

وقد تم تأسيس هذه المصفوفه كالآتي : لكل سهم على الرسم تم توقيع الرقم ١ في خلية معينة تبعا للأعمال التي تسبق العمل الموقع له الرقم ١ في الخليه٠

فمثلا الرقم ١ في الصف الأول والعمود الثاني تعني أ ← ب. ونسمى ذلك س. ومن ثم فان م = س + س٢ + س٣ + .......... سن . وتمثل عناصر م عدد الممرات من عمل في الصف الى عمل في العمود . وقد أوضح هوفمان كيف أن عمليات بسيطة على م تنتج كل التتابعات الممكنة وذلك باستخدام برامج الكمبيوتر حيث يمكن الحصول على م بسرعة لأعمال تصل عددها الى ٧٥ عمل .

وقد اقترح هوفمان طريقة تعظيم وقت العناصر والتي تقوم على أساس أن يتم اختيار مجموعة من العناصر التي تقلل الوقت العاطل الى أقل درجة ممكنة للمحطة الأولى ، ثم بعد ذلك يتم الاختيار من باقي الأعمال ، ويتم توقيع الاعمال التي تقلل الوقت العاطل الى أقل حد ممكن للمحطة الثانية وهكذا . ونجد أنه يمكن أن يوجد أكثر من توازن تبعا لتلك الطريقة . ففي المثال السابق (شكل ١١ ) ، وبفرض أن الوقت المطلوب في كل محطة يساوى ١٠ دقائق ، فانه يتم توقيع الاعمال أ ، ب ، و الى المحطة الأولى نظرا لأنهم هم المجموعة الوحيدة الممكنة للمحطة الأولى والتي لا يوجد فيها وقت عاطل . ومن الاعمال الباقية نجد أن د ، هـ تأخذ ٨ دقائق ويتم توقيعهم للمحطة الثانية ، وينتج من الاستمرار في تلك العملية التوازن الآتـــي : | أ ، ب ، و | د ، هـ | جـ ، س | ح | ط ، ك | ل | .
ويلاحظ أنه يوجد ٦ محطات للعمل وهذا لا يعتبر حلا مثاليا نظرا لانه من الممكن تخفيض عدد المحطات الى أقل من ذلك .

وقد اقترح هوفمان أيضا عمل التوازن من الخلف (أول من أقترح تلك الطريقة كان هيلجيسون وبيرنى). وذلك بعكس اتجاه السهم والبدأ من اليمين الى اليسار ونحصل على التوازنين الآتيين بالعمل من الخلف :

| ل ، ط | س ، د | ك ، جـ | ح ، و ، ب | هـ ، أ |

| ل ، ك | ح ، و ، ب | ط ، س | هـ ، د | جـ | أ |

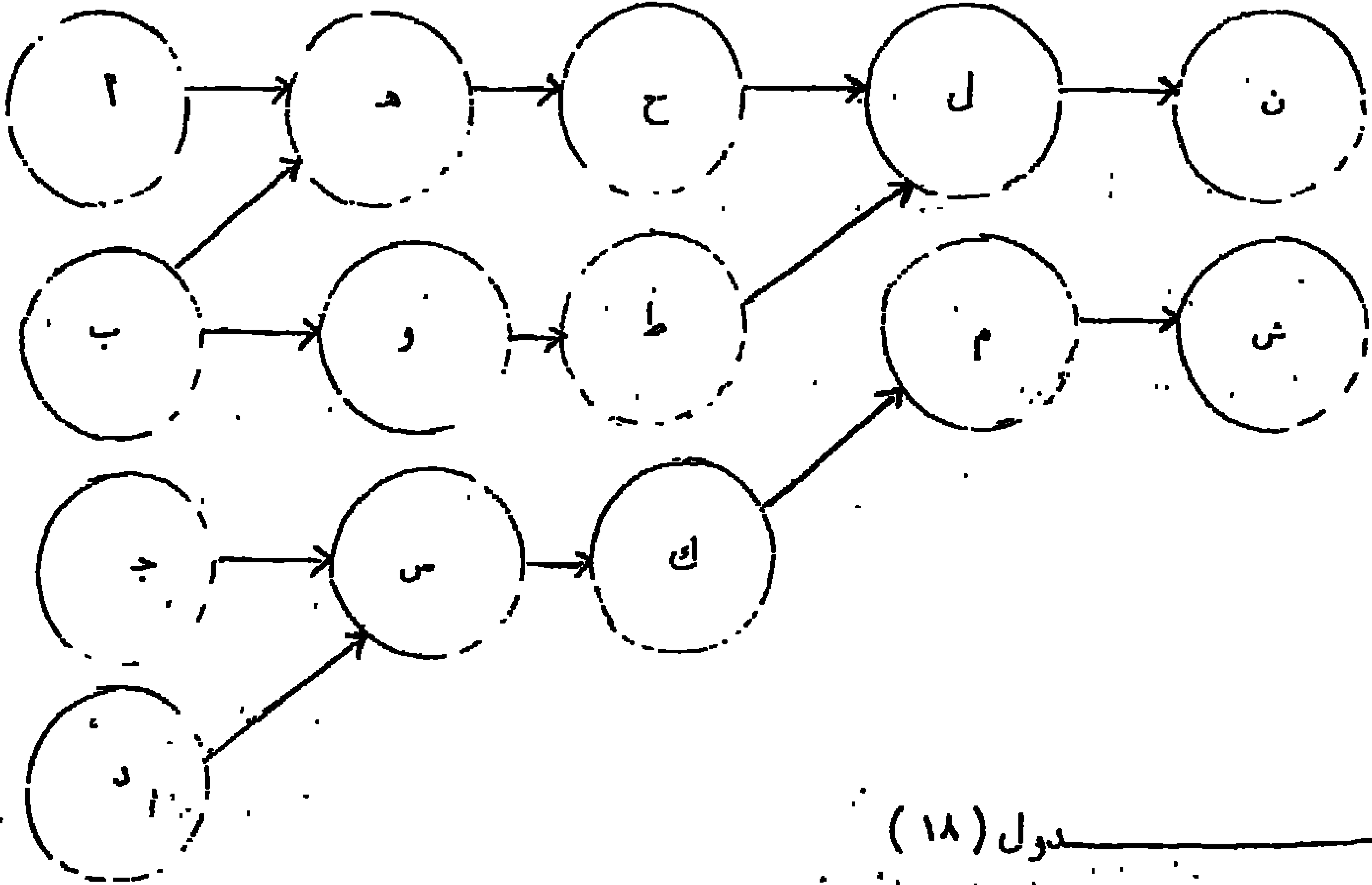
واذا نظرنا الى التوازن الاول فقد نتج عنه تبعا للعمل من الخلف خمس محطـات ، وذلك تبعا للوقت المحدد للدوره في كل محطة عمل وهو ١٠ دقائق ويعتبر ذلـــك التوازن أفضل من حيث أنه قد نتج عنه محطات أقل .

ونجد أنه بالنسبه للتفاصيل المتعلقه باجراءات وكيفية اعداد برامج الكمبيوتر في هذا الخصوص ، فان الوصف السابق لا يعتبر كافيا . وقد قام دوفمان بتطوير برامج الفورتران " Fortran Program " للحصول على التوازن وذلك باستخدام مصفوفة من السابق الاشارة اليها . وبتطبيق ذلك البرنامج يمكن الحصول على توازن مثالـــي لخطوط الانتاج التي تتراوح الاعمال (الانشطه) فيها من ١٩-٧٤ عمل (أو نشاط) فـــي ٣-١٠ دقيقه على آلة " CDC " ١٦٠٤ أي ما يعادل ٢-٨ دقيقه على آلة " IBM " ٧٠٩٠ .

وفيما يلي نورد مثالين لتحقيق التوازن أولهما يتعلق بتحقيق التوازن عن طريق تخفيض عدد محطات العمل الى أقل حد ممكن ، أما الثاني فيتعلق بتحقيـــق التوازن من ناحية عدد الوحدات الواجب انتاجها على كل خط من خطوط الانتاج فـــي كل محطه عمل وتحديد عدد الآلات اللازمة لانتاج الكميه المطلوبة .

<u>مثال /</u> لو فرض أن العناصر أو الخطوات اللازمه لانتاج سلعة ما في أحد المصانع موضح في شكل (١٣) ، كما يوضح أيضا جدول (١٨) الوقت اللازم لآداء كل خطوة أو عنصر وأيضا الأنشطه السابقه لكل عنصر . وبفرض أن الوحده سوف لا تأخذ أكثر مـــن ٩٠ دقائق في كل محطه عمل وأن القيود الموجوده تتمثل فقط في تتابع الاعمال أو الانشطه ، فبناء على ذلك ماهو التوازن الافضل .

## شـــكل (١٣)




## جـــدول (١٨)

| عناصر العمل | الانشطة السابقة عليه | الوقت اللازم لاداء العمل |
|---|---|---|
| أ | — | ٥ر٠ |
| ب | — | ٣ر٠ |
| ج | — | ٢ر٠ |
| د | — | ٤ر٥ |
| هـ | أ ، ب | ٣ر٥ |
| و | ب | ٢ر٥ |
| س | ج ، د | ٢ر٥ |
| ح | هـ | ٢ر٠ |
| ط | و | ٨ر٥ |
| ك | س | ٥ر٠ |
| ل | ح ، ط | ٢ر٥ |
| م | ك | ٢ر٠ |
| ن | ل | ٣ر٥ |
| ش | م | ٢ر٠ |

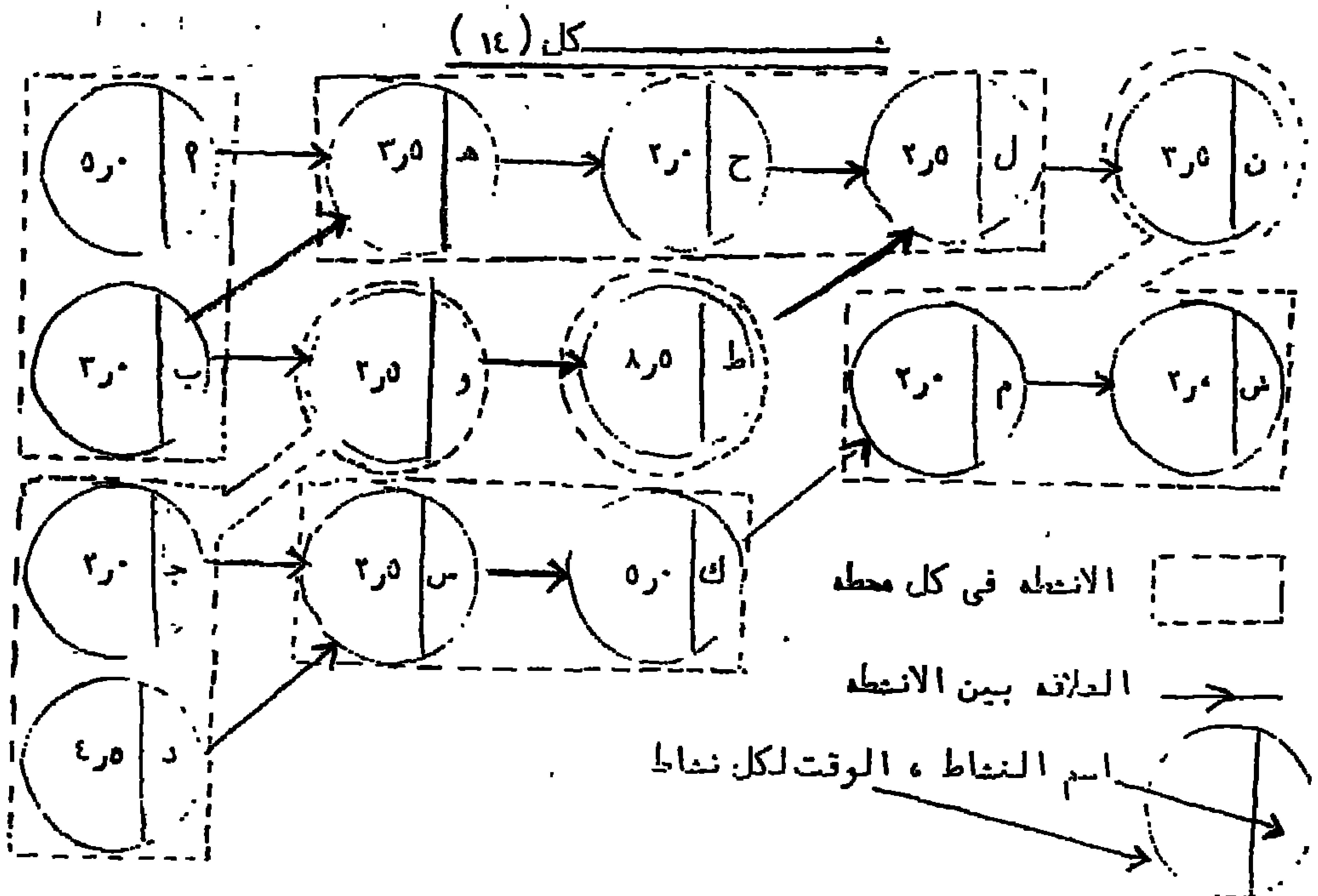
من الجدول (١٨) نجد أن اجمالي الوقت اللازم لأداء جميع الاعمال يبلغ :

٠ر٥ + ٠ر٣ + ٠ر٢ + ٥ر٤ + ٥ر٣ + ٥ر٢ + ٥ر٢ + ٠ر٢ + ٥ر٨ + ٠ر٥ + ٥ر٢ + ٠ر٢ + ٥ر٣ + ٠ر٢ = ٥ر ٤٨ دقيقـــــه

وهذا يعني أننا نحتاج الى ستة محطات للعمل على الاقل نظرا لان الوحده تأخـــذ ٩ دقائق في كل محطه (عدد المحطات = اجمالي وقت الانشطه / وقت الدورة). ولكـن من الجدول (١٨) نجد أن النشاط (ط) يأخذ ٥ر٨ دقيقه ، ونجد أنه لا يوجد نشـاط يأخذ ٥ر دقيقه أو أقل لكي يتحد مع النشاط (ط) ليكمل ٩ دقائق بدون وجود وقت عاطل. وأيضا نظرا للقيود المتعلقه بأولوية التنفيذ للانشطه فاننا سوف نحتـاج الى ٦ محطات عمل وليس خمسه لتحقيق التوازن على الاقل في البدايه.

ويوضح الشكل رقم (١٤) طريقة تجميع المحطات بحيث تحقق الافتراضات السابقه وفي نفس الوقت تحقق التوازن على الخط ، ويلاحظ أن المدى بين المحطات يكون بين ٥ر٧ دقيقه ، ٠ر٩ دقيقه لكل وحده كما هو موضح في الجدول رقم (١٩).

شكل (١٤)

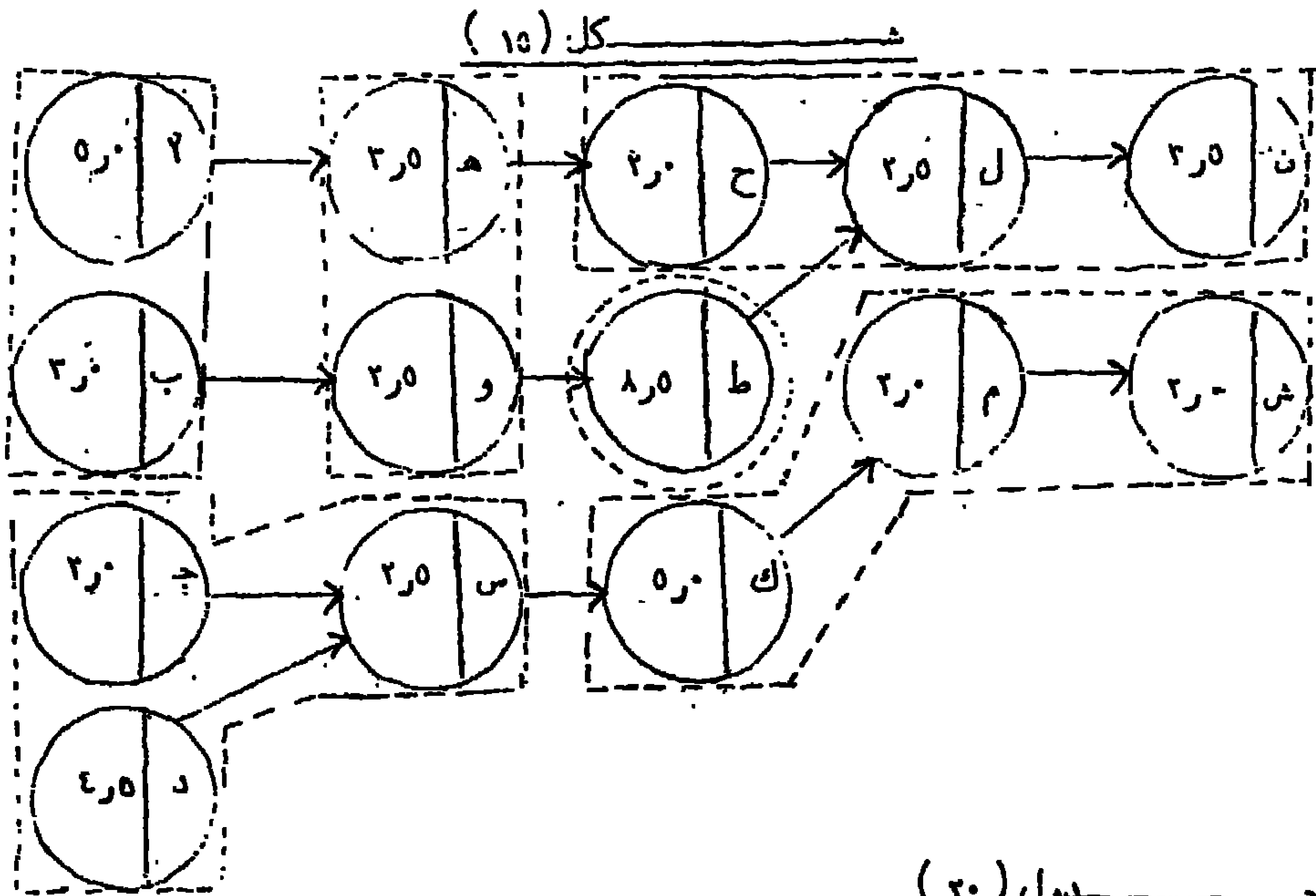


جـــــــــدول (١٩)

| الانشطة التي تتكون منها كل محطـــــه | المحطات مرتبه من بدايــة الخـــط | اجمالى الدقائق لكل وحيده يتم تصنيعهـــا |
|---|---|---|
| ٢ ، ب | ١ | ٨,٠ |
| جـ ، د ، و | ٢ | ٩,٠ |
| ط | ٣ | ٨,٥ |
| هـ ، ح ، ل | ٤ | ٨,٠ |
| س ، ك | ٥ | ٧,٥ |
| م ، ن ، ش | ٦ | ٧,٥ |

ومن الجدير بالملاحظة أنه اذا كان هناك قيودا أخرى بالاضافه الى القيود المتعلقه بطريقة التتابع ، فهذا يمكن أن يوءدى الى تخفيض جودة التـــوازن بالنسبة للخط . فلو فرض فى المثال السابق أن الوحده لا يمكن أن تتحول مـــن خط الى آخر ، أى أنه يفرض أن الانشطه جـ ، د ، س ، ك ، م ، ش لا يمكن أن تتحرك من مكانها بالخط الانتاجى (ص) ، وأيضا الانشطه ٢ ، ب ، هـ ، و ، ح ، ط ، ل ، ن فى الخط الانتاجى (ى) ، كما هو موضح فى الشكل رقم (١٤). ونجد أنه تبعا لذلك نحتاج الى ٦ محطات عمل ، أما فى حالة زيادة القيود فاننا نحتاج النظر مـــره أخرى الى تلك المحطات بحيث يتحقق الفرض الخاص بالخط الانتاجى (ص) والخـــط الانتاجى (ى) والفروض الخاصه والمتعلقه بالانشطه السابقه وتتابعها وأيضـــا المتعلقه بأن يكون الوقت المنفق فى كل محطه لا يزيد عن ٩ دقائق أو أقـــل ، ويوضح الشكل رقم (١٥) أفضل توازن ممكن بناء على الافتراضات السابقه كمـــا يوضح الجدول رقم (٢٠) أن المدى أصبح بين ٦,٠ ، ٩,٠ دقيقه للوحده بدلا مـــن ٧,٥ ، ٩,٠ دقيقه للوحده فى الحاله الاولى. ومن الجدير بالذكر ملاحظة أنـــه يمكن عمل المحطات بترتيبات مختلفة عما ذكر ، ولكن المهم هو أن تخفيض المدى بين المحطات يكون أفضل وتخفيض الوقت العاطل أيضا كلما أمكن ذلك.

شـــــــــكل (١٥)




جـــــــــدول (٢٠)

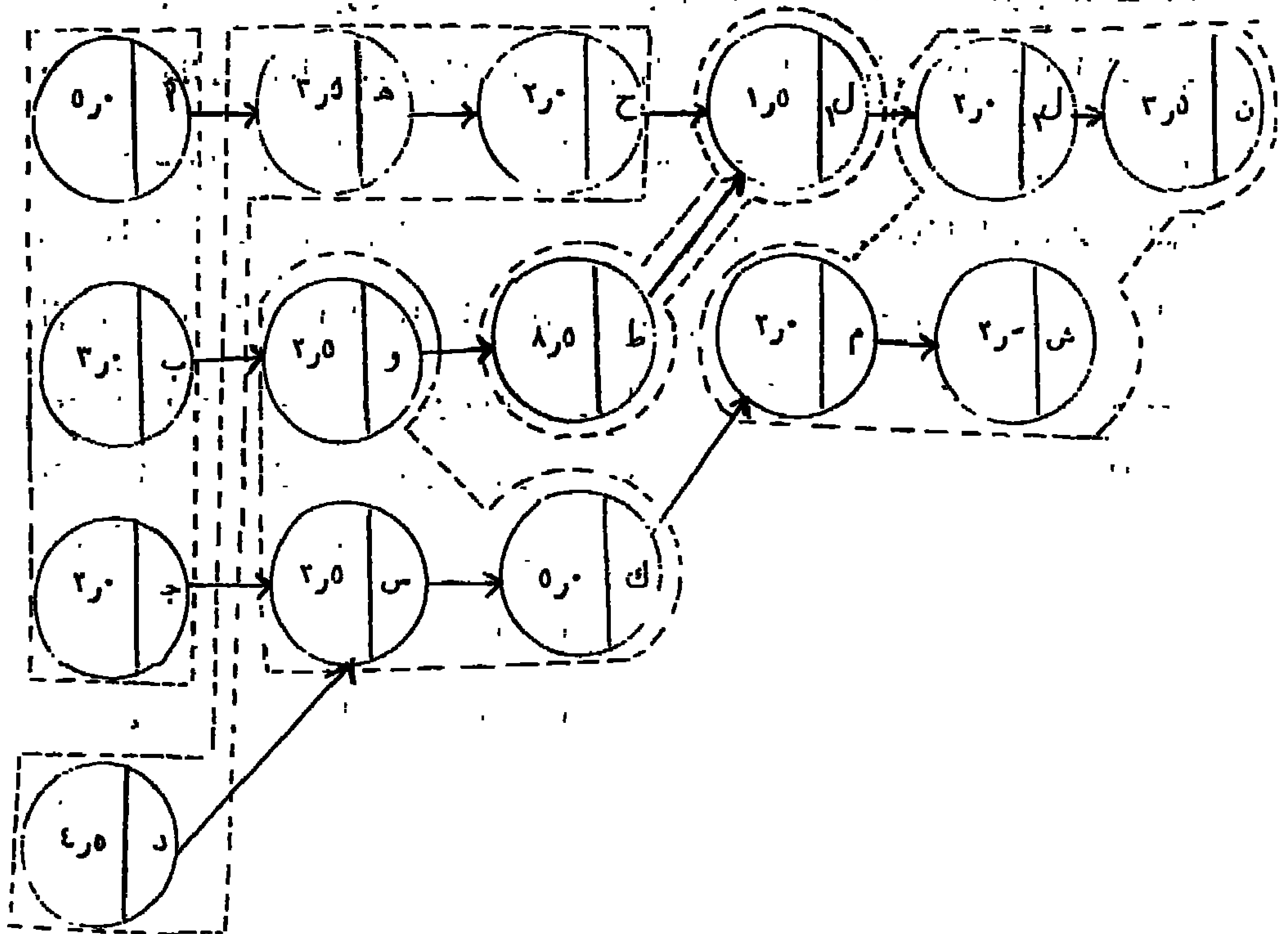
| الانشطه التي تتكون منها كل محطـــــة | المحطات مرتبه من بدايـــة الخـــط | اجمالى الدقائق لكل وحده يتم تصنيعها في محطات العمـــل |
|---|---|---|
| أ ، ب | ١ في الخط الانتاجي(ى) | ٨ر٠٠ |
| جـ ، د ، س | ١ في الخط الانتاجي(ص) | ٩ر٠ |
| هـ ، و | ٢ في الخط الانتاجي(ى) | ٦ر٠ |
| ط | ٣ في الخط الانتاجي(ى) | ٨ر٥ |
| ح ، ل ، ن | ٤ في الخط الانتاجي(ى) | ٨ر٠ |
| ك ، م ، ش | ٢ في الخط الانتاجي(ص) | ٩ر٠٠ |

ويجب ملاحظة أن المثال السابق بسيط جدا ، فمعظم الاعمال تحتوى على مئـــات الانشطه التي تحتاج الى عمل توازن لها . فنجد مثلا أن صناعة تجميع السيارات لنوع معين تشتمل على ٥٠٠ر٠٠٠ نشاط . هذا بالاضافه الى أن الوقت والجهد المبذوليـــن لايجاد توازن جيد يزداد كلما زاد عدد الانشطه . ويمكن باستخدام الكمبيوتر ايجاد التوازن في تلك الانواع من الاعمال . وعلى أية حال ، فاذا تم استخدام التخمين أو استخدام الكمبيوتر في ايجاد التوازن فلابد من تخفيض عدد المحطات المطلوبه

على الخط الى أقل حد ممكن وأيضا تجنب وجود أوقات عاطله بدرجة كبيره. وفي بعض الاحيان قد يتم تقسيم بعض الانشطه لكي يمكن ذلك من تحقيق أفضل توازن حتى ولو أدي تقسيم النشاط في بعض الاحيان الى انخفاض في كفاءة الاداء بعض الشيء .

فلو فرض في المثال السابق عدم وضع القيد الخاص بتحرك الوحدات من الخط الانتاجي (ى) الى الخط الانتاجي (ص) أو العكس ، وبفرض أن النشاط ل والذي يتطلب ٢ر٥ دقيقه للوحده يمكن تقسيمه الى نشاطين وهما ل١ ، الذي يستغرق ١ر٥ دقيقه ، ل٢ الذي سوف يستغرق ٢ر٠ دقيقه والذي يتبع النشاط ل١ مباشرة. فنلاحظ أنه بالرغم من أن الوقت قد زاد بمعدل ٤٠٪ بالنسبه للنشاط ل إلا أنه قد تم تحقيق توازن باستخدام ٥ محطات فقط لتلك الانشطه كما هو موضح في شكل (١٦) ، وجدول (٢١). وذلك بافتراض وقت الدورة ١٠ دقائق .

شكل (١٦)



جـــــــــدول (٢١)

| الانشطه التي تتكون منها كل محطـــــه | المحطات مرتبه من بادية الخـــــط | اجمالي الدقائق لكل وحده يتم تصنيعها في محطة العمـــــل |
|---|---|---|
| أ ، ب ، جـ | ١ | ١٠ر٠ |
| د ، هـ ، ح | ٢ | ١٠ر٠ |
| و ، س ، ك | ٣ | ١٠ر٠ |
| ط ، ل | ٤ | ١٠ر٠ |
| ي ، م ، ن ، ش | ٥ | ٩ر٥٠ |

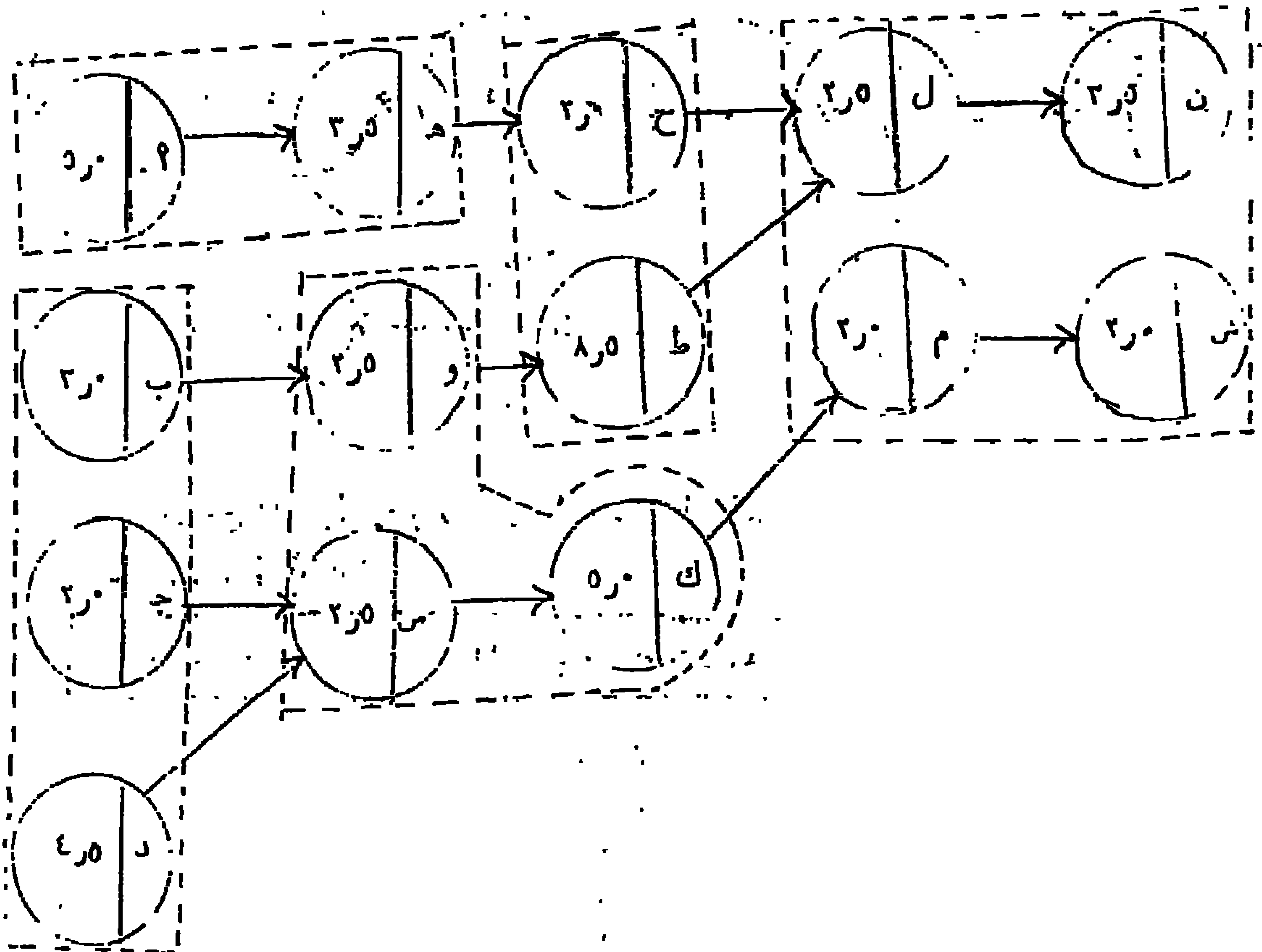
ومن الجدير بالذكر ملاحظة أنه في معظم الاحوال يمكن تقليل عدد المحطـــات ، وكمية المعدات المطلوبه على الخط بآستخدام بعض التكتيكات : فيمكن استخـــدام معدات أسرع (ذات طاقه انتاجيه أكبر) لتحقيق مدة النشاط لنقطه معينه على الخط وبالتالي نحقق التوازن على الخط ، ويمكن أيضا أن يتم تخصيص عاملين لنفـــس النشاط بدلا من عامل واحد وذلك لزيادة معدل الاداء اذا أمكن ذلك . واذا لـــم نستطيع تطبيق أي من السابق ، ولا يزال يوجد وقت عاطل على خط الانتاج فيمكن في هذه الحاله تخفيض معدلات الانتاج بما يسمح وتحقيق التوازن بأقل التكاليف نظرا لان وجود وقت كبير عاطل يكلف المنشأه الكثير من الاموال . ومثالا على ذلك ، لو فرض أنه يوجد وقت كبير ضائع عند تحقيق التوازن على الخط وفي نفس الوقـــت لايمكن استثمال ذلك بأحد الطرق التي تم ذكرها ؛ ففي تلك الحاله يجب على المنشأه تقليل معدل الانتاج على الخط وذلك لتحقيق التوازن وتقليل التكاليف المتعلقه بادارة الخط بشرط أن لا يؤثر ذلك على سياسات المنشأه وعلى علاقاتها الخارجيـــه بالنسبه للكميات المطلوبه منها من السوق . وبناء على ذلك ، تقوم المنشـــأه بالمفاضله بين تخفيض أو زيادة الوقت أو الكميه المطلوبه واتخاذ قرار متعلـق بذلك .

فلو فرض (في مثالنا السابق) انتفاء القيد المتعلق بعدم نقل النشـــــاط من الخط الانتاجي (ى) الى الخط الانتاجي (ص) والعكس ، وأيضا عدم تقسيم النشاط

ل - فيمكن تحقيق التوازن باستخدام ٥ محطات وذلك عن طريق اضافة ٥ر دقيقة لكل محطة عمل فتصبح ٥ر١٠ دقيقه بدلا من ٠٠ر١٠ دقيقه في كل محطه٠ ونجد أنه بالرغم من زيادة الوقت المسموح به في كل محطه بمقدار ٥٪ فقد انخفضت عدد المحطــات المطلوبه من ٦ محطات الى ٥ محطات أو ما يعادل ٦٧ر١٦٪ انخفاض في تكلفة العمالة (وذلك بفرض أنه يوجد عامل واحد لكل محطة عمل )٠ وفي تلك الحالة تقوم المنشأه بالتحليل الاقتصادي ومقارنة تكاليف العمالة ، والزيادة في قيمة المخرجــات ، والتكاليف الثابته لتشغيل الخط وخلافه من العوامل التي تؤثر على اتخاذ القرار في ذلك الشأن ٠

ويوضح الشكل رقم (١٧) كيف تم تحقيق التوازن باستخدام خمس محطات ، وأيضا يوضح الجدول رقم (٣٢) أن المدى أصبح بين ٥ر٨ - ٥ر١٠ دقيقه٠

شـــــكل (١٧)

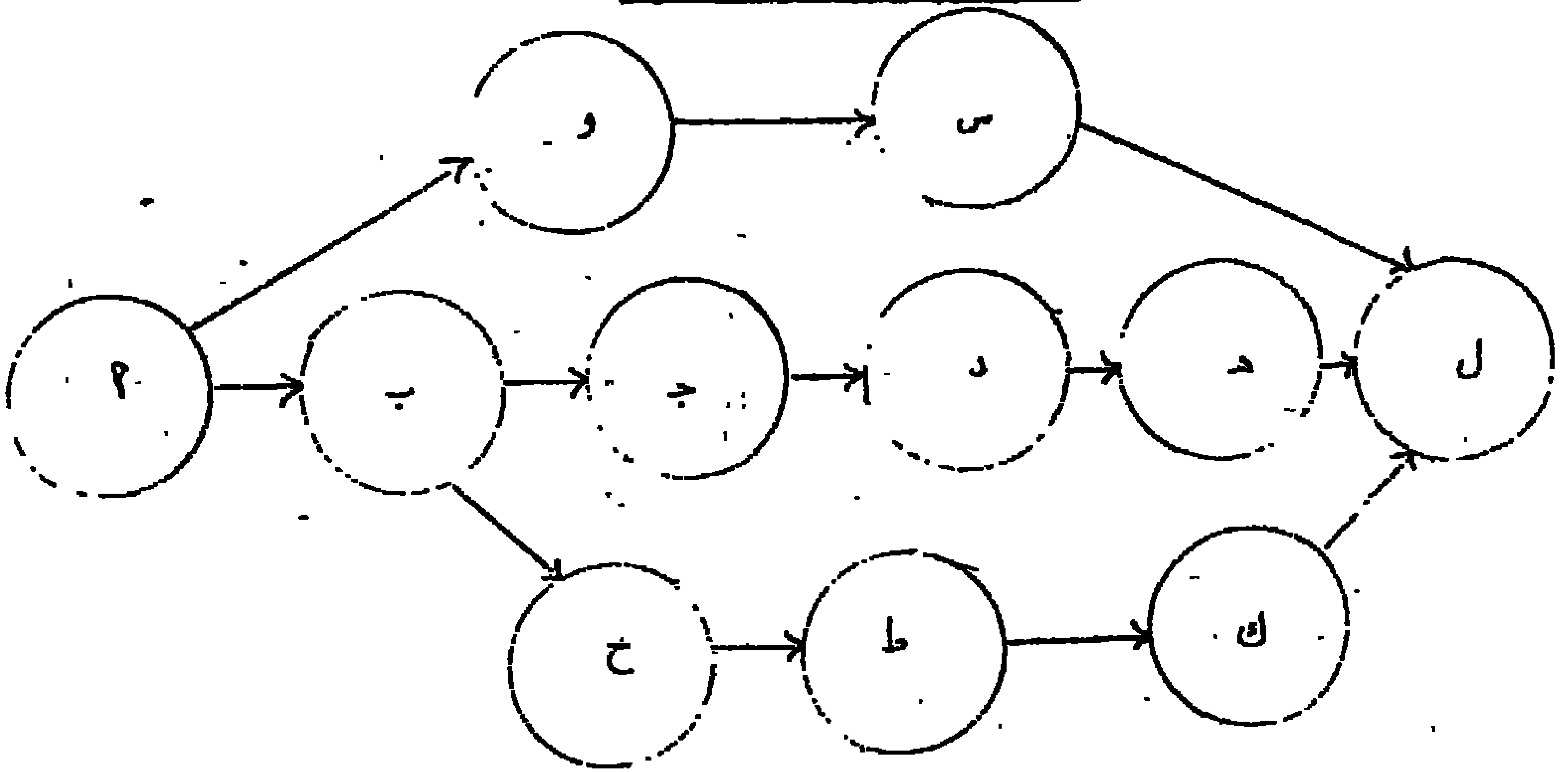


جـــــــــدول ( ٢٢ )

| الانشطه التي تتكون منها كل محطــــه | المحطات مرتبه من بدايــة الخــط | اجمالي الدقائق لكل وحده يتم تصنيعها في محطة العمـــل |
|---|---|---|
| ب ، جـ ، د | ١ | ٥ر٩ |
| أ ، هـ | ٢ | ٥ر٨ |
| و ، س ، ك | ٣ | ٠ر١٠ |
| ح ، ط | ٤ | ٥ر١٠ |
| ل ، م ، ن ، ش | ٥ | ٠ر١٠ |

مثـــال / ٢ يوضح الشكل رقم (١٨) ١١ عملية يجب أداؤها طبقا للتتابعـــات الموضحـــــة على الشكل .

شـــــــــكل (١٨)




ويوضح الجدول رقم (٣٣) العمليات السابقه واللاحقه مباشرة لكل عملية

جـــــــدول ( ٣٣ )

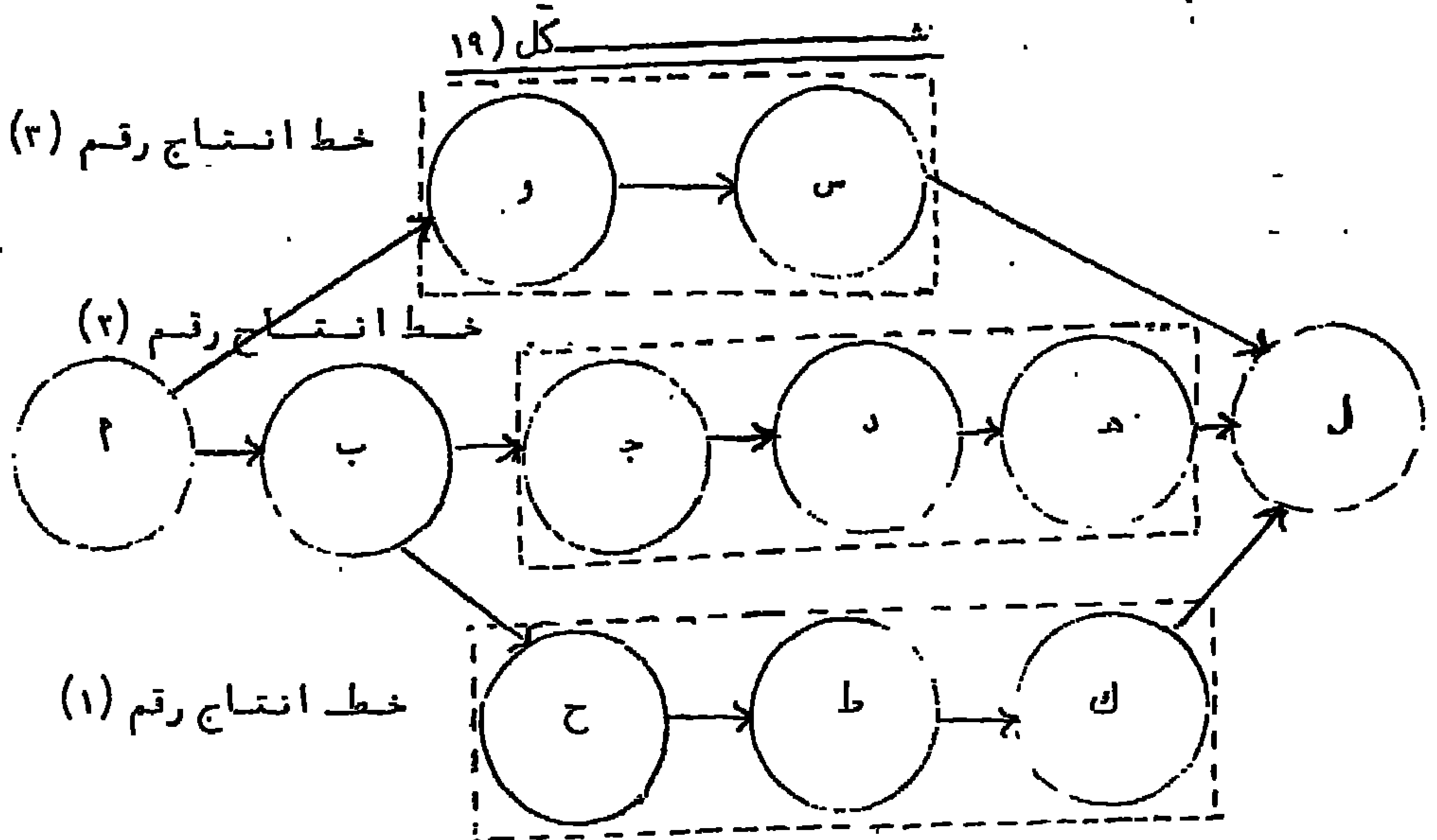
| العمليـــة | العملية اللاحقـــه | العملية السابقـــه |
|---|---|---|
| أ | ب ، و | لايوجد |
| ب | ح ، جـ | أ |
| جـ | د | ب |
| د | هـ | جـ |
| هـ | ل | د |
| و | س | أ |

تابـــــع جـدول ( ٢٣ )

| | | |
|---|---|---|
| س | ل | و |
| ح | ط | ب |
| ط | ك | ح |
| ك | ل | ط |
| ل | لا يوجـد | هـ ، س ، ك |

وبفرض أن نظام الانتاج سوف يحقق التوازن عند انتاج ١٤٤ وحده في الساعه ، فالمطلوب تحقيق التوازن لخطوط الانتاج علما بأنه يتم التخطيط الداخلي علـــى أساس وجود ثلاث خطوط للانتاج كما هو موضح في الشكل ( ١٩ ).

شـــــكل ( ١٩ )




وطالما أننا نحتاج الى انتاج ١٤٤ وحده من الثلاث خطوط ، فان ذلك يعني أنه يجب أن يتم التوازن بحيث ينتج كل خط من خطوط الانتاج الثلاثه ٤٨ وحده لكل ساعه للعملية (ل). ونجد أن الخط رقم (١) يشتمل على العمليات (ح) ، (ط) ، (ك) والتي يجب أن يتم توازنها بحيث تنتج ٤٨ وحده في الساعه. وأيضا الخط رقم (٢) يشتمـــل على العمليات (جـ) ، (د) ، (هـ) حيث يجب أن يتم توازنها بحيث تنتج ٤٨ وحده فـي الساعه. وأيضا الخط رقم (٣) يشتمل على عملية (و) ، (س) والتي يجب أن تتوازن

بحيث تنتج ٤٨ وحده في الساعه. ونجد أن كل من الخط رقم ١ ، ٢ يتطلب ٤٨ وحده في الساعه من عملية (ب) ، ولذلك يجب تصميمها بحيث تمد بانتاج ٩٦ وحده في الساعه. أما عملية ٢ فيجب أن يتم تصميمها بحيث تمد بانتاج ١٤٤ وحده في الساعه منها ٤٨ وحده الى الخط رقم ٣ ، ٩٦ وحده الى عملية ب ، حيث يتم تقسيم ٩٦ وحده بالتساوي بين خط رقم ١ ، ٢ . وفي الحقيقه فانه من المفروض تخطيط النظام بحيث يأخذ في الحسبان الوحدات المعيبه والوحدات التي يعاد العمل عليها. وبالتالي يجب أن يتم انتاج أكثر من المعدل المطلوب. ولكن سنتجاهل ذلك في هذا المثال.

ويوضح الجدول (٢٤) الطاقه الانتاجيه للآلات لكل عملية وهي تلك الطاقه المطلوبه لمعرفة عدد الآلات اللازمه عند كل عملية لتحقيق المعدلات المطلوبه من الانتاج.

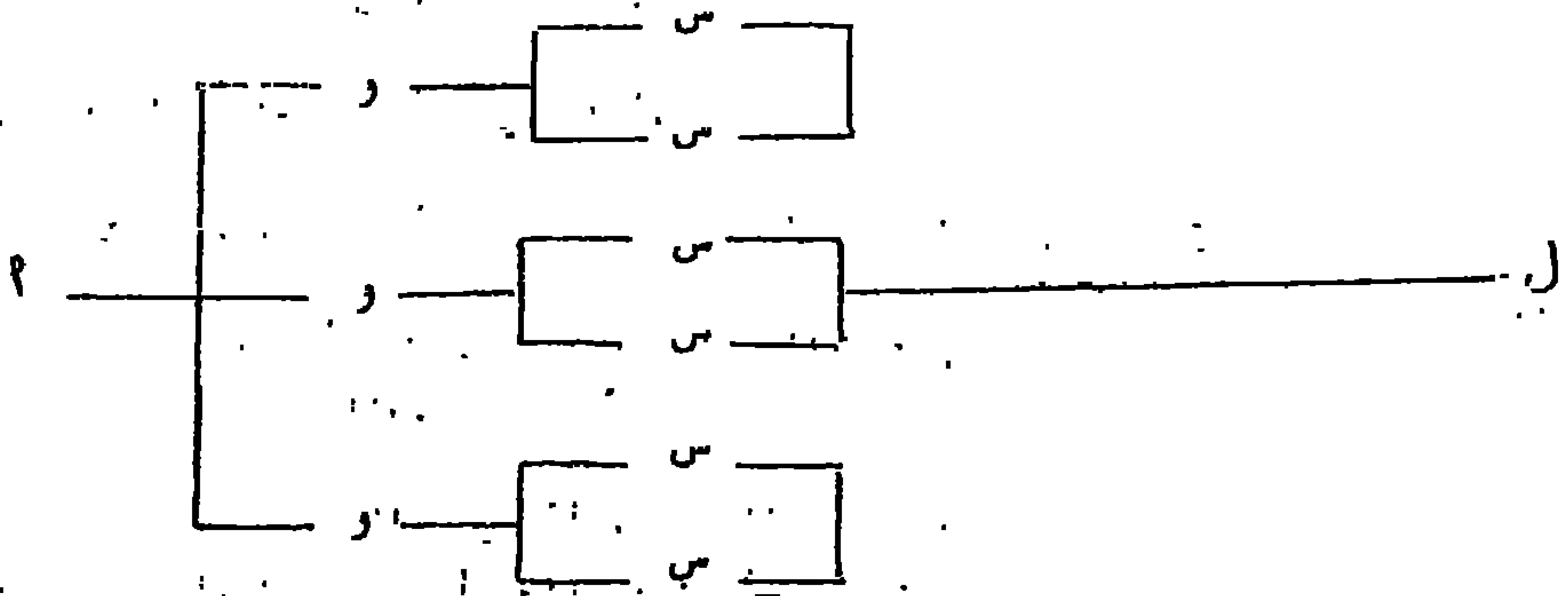
جدول (٢٤)

| العملية | الطاقه الانتاجيه بالوحدات/ساعة/آلة | عدد الآلات | كمية الإنتاج لكل خط (١) | (٢) | (٣) |
|---|---|---|---|---|---|
| أ | ٤٨ | ٣ | ٤٨ | ٤٨ | ٤٨ |
| ب | ١٦ | ٦ | ٤٨ | ٤٨ | |
| جـ | ٨ | ٦ | | ٤٨ | |
| د | ٢٤ | ٢ | | ٤٨ | |
| هـ | ١٢ | ٤ | | ٤٨ | |
| و | ١٦ | ٣ | | | ٤٨ |
| س | ٨ | ٦ | | | ٤٨ |
| ح | ٨ | ٦ | ٤٨ | | |
| ط | ٢٤ | ٢ | ٤٨ | | |
| ك | ١٢ | ٤ | ٤٨ | | |
| ل | ٤٨ | ٣ | ٤٨ | ٤٨ | ٤٨ |

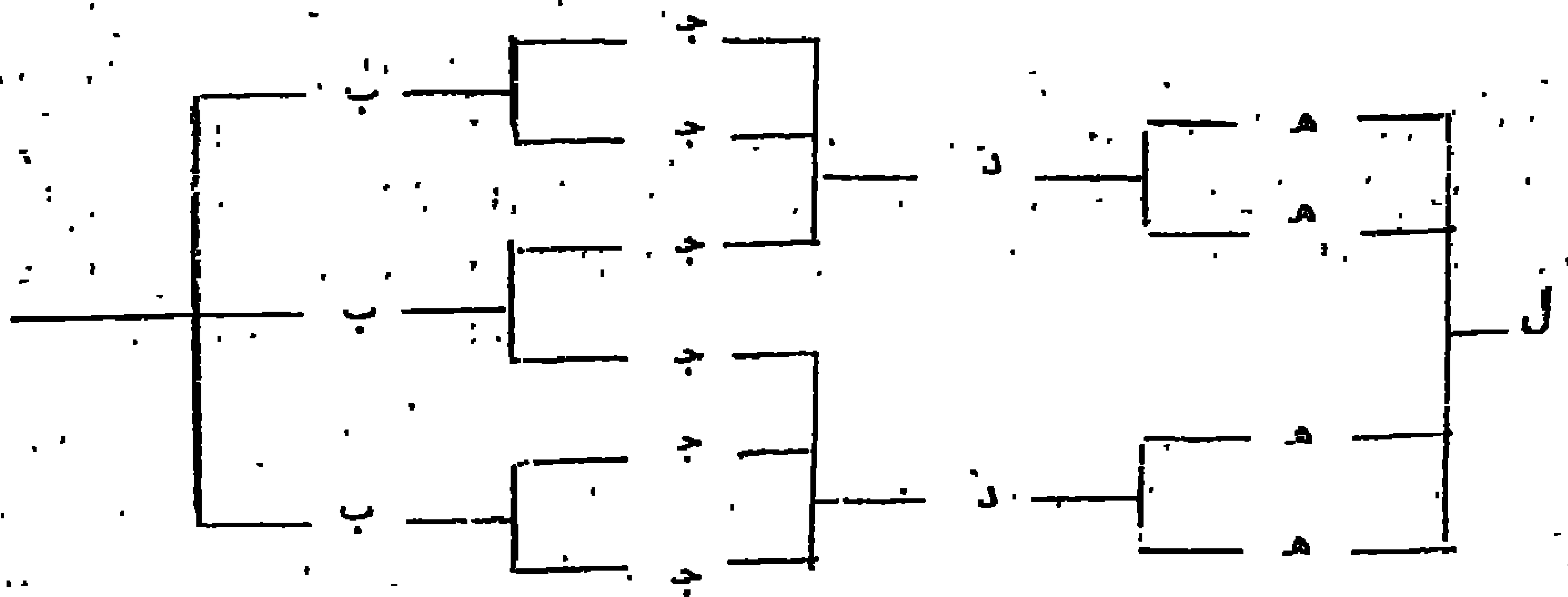
والشكل رقم (٢٠) يوضح حركة الآلات على كل خط.

شـــــــكل ( ٢٠)

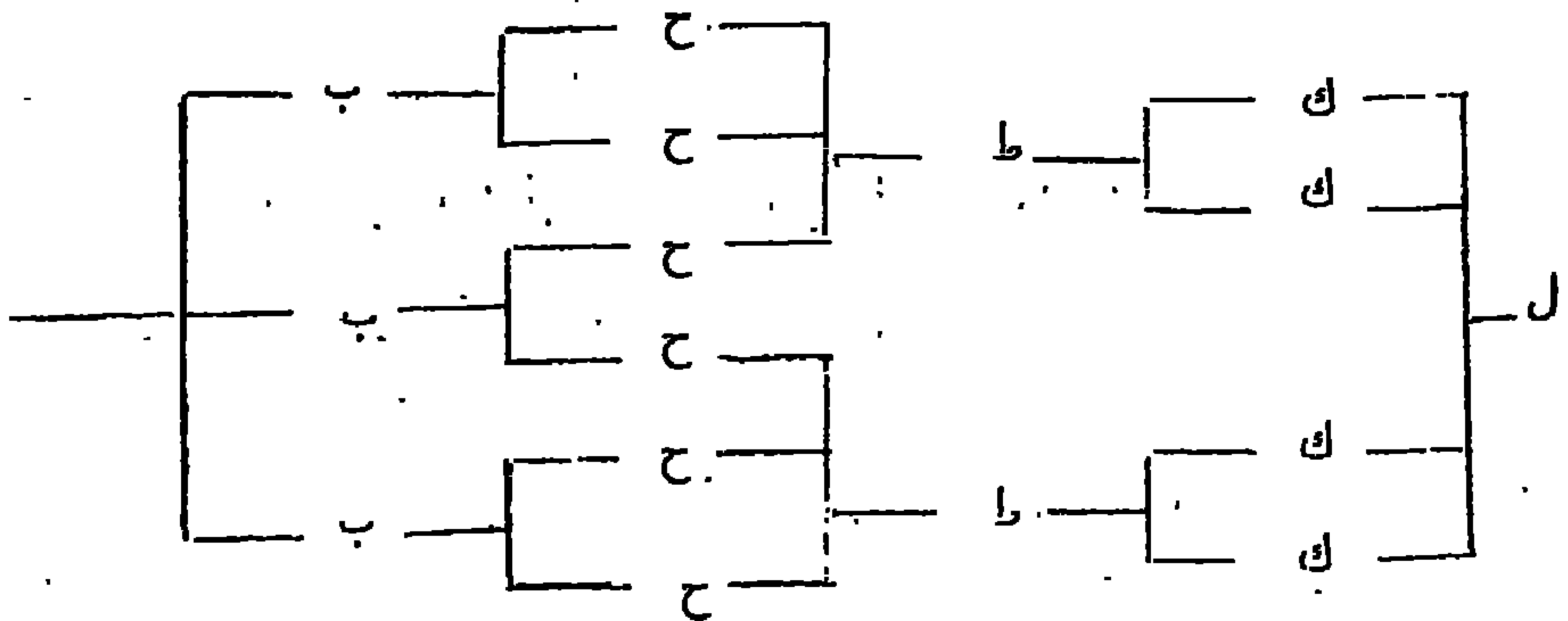
خط انتاج رقم (٣)




خط انتاج رقم (٢)




خط انتاج رقم (١)



مـزايـا التخطيط الداخلي للمصنع على أساس المنتج :

(١) تقليل حجم المواد الاوليه وشبه المصنوعه المتداوله في نطاق المصنع.وبالتالي تخفيض تكاليف مداولة المواد للوحده نسبيا.هذا بالاضافة الى أن عملية مداولـــة المواد قد تكون بسيطه نظرا لان تدفق الوحدات يتم بتتابع واحد للعمليات .

(٢) امكانية احكام السيطره التامه على عمليات الانتاج والقوى العامله .

(٣) تقليل مدة وطول الدورة الصناعيه اللازمه للقيام بانتاج سلعة ما .

(٤) يتميز هذا النوع من التخطيط باستخدام الاجهزه ، والالات المتخصصه ، وبالتالي امكانية الاستغلال للعماله والآلات عادة .

(٥) انخفاض مستوى المهارة العماليه المطلوبه وبالتالي تحقيق الوفر في زمـــن التدريب المطلوب بسبب استخدام الآلات المتخصصه مما يؤدي الى انخفاض التكاليف .

(٦) حيث أن السلعه تسير في طريق محدد مسبقا وذلك نظرا لان حركه العمليـــات والجدوله لها يتم عملها في البدايه عند تصميم النظام ، بالتالي لا يحتاج بعد ذلك لكثير من العنايه والانتباه طالما أن النظام مستمر ويعمل ، كما أن حركة العمال وتدفق المواد تسهل فرص الرقابه عليها ، وحيث أن الالات تعد لأداء عملية معينه على القطعه أو الجزء من السلعه فان الامر لا يتطلب القيام بالتفتيش عقب انتهاء كل عملية كما هو الحال في التخطيط الداخلي على أساس العمليات مما يؤدي الى انخفاض التكاليف .

(٧) ان التخطيط على أساس المنتج يتميز بالانتاج الكبير الحجم من سلع معينـــه حيث يمكن الانتاج الضخم من تغطية تكاليف الانتاج.أما في حالة المنتجات التـــي تخضع للتغيرات الكبيره في التصميم فان التخطيط على أساس المنتج يكون مكلفـــا نظرا لضرورة ادخال تعديلات مستمره عليه تبعا للتعديلات في الاجهزه المستخدمه .

(٨) ان رقابة المخزون ، وعمليات الشراء ، ومحاسبة التكاليف تعتبر روتينيـــه بعض الشيء في هذا النوع من الانظمه .

عـيـوب التخطيط الداخلي للمصنع على أساس المنتج :

(١) يتطلب التخطيط على أساس المنتج استثمارا كبيرا في التجهيزات الرأسماليـه وارتفاع تكلفة الاجهزة المتخصصه .

(٢) عدم توافر المرونه الكافيه في وسائل الانتاج والقوى العامله المستخدمـــه لمواجهة تغيرات جذريه في تصميم السلعه أو في تقديم سلعة جديده تختلف عـــن السلعه الحاليه من حيث المواصفات والشكل والحجم وخلافه .

(٣) ان التخطيط على أساس المنتج لوسائل الانتاج يتطلب تحقيق توازن في خط الانتاج . وهذا بدورة قد يتطلب تحقيق مستوى أقل من الكفاءة الانتاجيه لمحطات الانتاج وللقوى العامله القائمه على ادارة هذه المحطات ، وذلك حتى يمكن تحقيق التوازن في خط الانتاج ( Amrine, et.al., 1975 ).

(٤) ان التقسيم المكثف للعمل عادة ما يخلق أعمال متكرره وقد تكون بسيطه وغير ذات معنى بالدرجه التي قد لا تمد بفرص للتقدم وقد تخلق العديد من المشاكل المعنويه بالنسبه للعاملين أقلها الرتابه والملل والاغتراب وخلافه .

(٥) قد نجد أن العمال الاقل مهاره قد لا يوجد لديها رغبه كبيره في صيانة الآلات أو في المحافظه على جودة المخرجات بالاضافه الى أن خطط الحوافز عادة ما تكون مرتبطه بالانتاجيه الفرديه . وهذا قد يكون غير عملي حيث أن الاختلافات بين مخرجات العمال قد يؤدي الى تأثيرات عكسيه على الاستغلال الكامل للعماله والآلات هذا بالاضافة الى التأثيرات المعنويه والنفسيه على العاملين .

(٦) ان هذا النظام يعتبر شديد الحساسيه للاعطال التي قد تحدث في الآلات أو غياب العمال وبالتالي حدوث التوقف للنظام ككل .

(٧) تجد أن التكاليف المتعلقه بالصيانه المانعه ، والطاقه للاصلاحات السريعه ، ووجود مخزون من الاجزاء لمواجهة ذلك قد يكون كبيرا ويؤدي الى زيادة التكاليف .

## التخطيط الداخلي للمصنع على أساس العمليه

ان نوع وطبيعة وحجم السلعه ودرجة جودتها الى غير ذلك تعتبر من العوامل المؤثرة على التخطيط الداخلي للمصنع . وعادة ما يستخدم التخطيط الداخلي للمصنع على أساس العملية عندما تقوم المنشأه بانتاج سلع متعددة ومتباينه من حيث الطبيعة والمواصفات . وبناء على ذلك يستلزم تكوين أقسام في المصنع وفقا لطبيعة العمليات الصناعيه الضروريه ، كقسم التقطيع ، وقسم اللحام ، وقسم الخراطه ، وقسم الكبس ، وخلافه . ويتم توزيع وسائل الانتاج على الاقسام المختلفه طبقا لطبيعة الوظائف الانتاجيه لكل قسم . وبعباره أخرى فان كافة العمليات المتشابهة من الناحيه الفنيه تعهد الى قسم واحد . وهذا القسم يتخصص في هذا النوع من العمليات فقط ، فمثلا قسم التقطيع يقوم بكافة العمليات المتعلقه

بالتقطيع الواجب اجراءها على السلع المختلفه مهما تباينت احجام أو طبيعة هذه السلع . وبناء على ذلك يوجد ممر متغير ومتعدد ومعدات للمناوله مثل العربات والرافعات المتحركه وخلافه وذلك نظرا لتنوع العناصر .

ويتم تصنيع المنتج وذلك بالتحرك من قسم الى آخر تبعا لتتابع العمليات التي يجب أداءها على المنتج (أى حسب التتابع الفنى للمراحل التى تمر بها) ويتم توقيع العمليات التى يتم أداءها في كل قسم لآله معينه على أساس مقدرة الآله على أداء عملية معينه والطاقه الانتاجيه المطلوبه والدقه المطلوبه ومدى توافر الآلات وخلافه . ونجد أنه يمكن النظر الى التخطيط على أساس العمليه الصناعيه على أنه نوع عام من التخطيط يمدنا بالمرونه الكافيه للانتاج ، ولتصميم المنتجات ، وأيضا لطرق التصنيع .

ان التخطيط على أساس نوع العملية الصناعيه له أهمية كبرى حينما يكون الانتاج متنوع ويشتمل على عدة نماذج وأنواع ، وأيضا الانخفاض فى الكميه المنتجه من كل نوع ، والحاجه الى استخدام آله واحده لعملية أو أكثر .

ان أسلوب التخطيط الداخلى على أساس نوع العملية الصناعيه يتطلب الآتى : (١) توافر قوى عامله على درجه عاليه من المهاره والقدره على أداء العديد من العمليات على الآله ، وبالتالى نجد عموما أن نطاق الاشراف يكون ضيق بالمقارنه بأنظمة الانتاج المستمره (٢) وجود العديد من الأوامر الانتاجيه للعمل عليها فى أى وقت ، (٣) الحركه المتكررة للمواد بين العمليات والاقسام المختلفه ، (٤) وجود أماكن كثيره مكثفه للتخزين فى الاقسام للمواد تحت الصنع ، (٥) وجود أماكن للتخزين حول الآلات ولكن بدرجه معقوله ، (٦) وجود نسبه مرتفعه من المخزون للمواد الأوليه والمواد تحت الصنع ، (٧) استخدام الآلات ذات الاغراض العامه للمناولة ، (٨) وجود الكثير من الجدوله للعمليات المختلفه وكذا الرقابه بعناية للمواد وفى العمليات الصناعيه ، (٩) وأخيرا ، فان الآلات التى يتم استخدامها

تتسم بأنها ليست من النوع السريع وذات الطاقه الانتاجيه المرتفعه عموما.

وعموما فانه في الأنظمة الصناعيه غالبا ما يتم انتاج الوحدات في صورة مجموعات أو لوطات. أما في الأنظمه غير الصناعيه فان التنفيذ يحدث إما في صورة مجموعات أو على أساس فردى أو كلاهما. ان تكلفة الوحده عموما تكون مرتفعه عنه في نظام الانتاج المستمر، وأمثلة على هذا النوع انتاج الكتب المدرسيه، أنظمة العنايه الصحيه، أنظمة التعليم وخطوط الطيران والمكتبات العامه، وفي بعض الحالات فانه قد يتم الانتاج للتخزين مثل صناعة الملابس، واطارات السيارات. بينما في الحالات الأخرى فانه قد يكون لمواجهة حاجات المستهلك (مثل العنايه الصحيه). فنجد مثلا في المستشفيات يوجد بها أقسام مختلفه لجميع التخصصات والعمليات الجراحيه وللطوارئ وخلافه. وفي الجامعات يوجد بها أقسام مختلفه أو كليات وكل كليه بها أقسام حسب نوعيتها ويركز كل منها على دراسات معينه مثل التجاره والهندسه والعلوم والرياضيات وخلافه. أو قد يكون في حالات أخرى لمواجهة مواصفات معينه للمستهلكين مثل الادوات الخاصة أو الاجزاء والمعدات الخاصه.

ونجد هنا أن الآلات يتم ترتيبها حسب نوعيتها وليس حسب تتابع العمليات كما في التخطيط على حسب المنتج، وعليه فأن النظام يمكن من المحافظة على استمراريته في حالة وجود أعطال أو غياب بعض العاملين. هذا بالاضافه الى أن الوحدات يتم تنفيذها في مجموعات، فان ذلك يقلل من درجة الاعتماديه بين العمليات بعضها البعض. ان تكاليف الصيانه تتجه عادة الى أن تكون أقل نظرا لان الآلات أقل تخصصا بالمقارنه بالتخطيط على أساس المنتج، هذا بالاضافه الى أن وجودها في مجاميع يتيح ويسمح لرجال الصيانه القيام بعملية الاصلاح. وأيضا فان تشابه الآلات يخفض من الاستثمارات الضروريه للاجزاء الاحتياطيه أو غير السليمه.

واذا نظرنا الى عملية الجدوله والحركه فانه يتم اعدادها على أساس مستمر لكي تواجه التنوع في الطلبات. وعادة ما تكون مداولة المواد أقل كفاءه وأيضا

نجد أن تكلفة الوحده الواحده من المناولة تكون أكبر بالمقارنه بالتخطيط على أساس المنتج . ويعتبر المخزون تحت التشغيل أساسيا ويرجع السبب في ذلك الى أن العمليات تقسم في مجموعات . ان الاستغلال للآلات والاجراء يكون منخفضا بالمقارنه بالتخطيط على حسب المنتج وذلك نظرا للتعقيدات المتعلقه بالحركه للسلع المتنوعه والجدوله لذلك.

ومن ذلك نجد أن احدى المزايا الرئيسيه لهذا النوع من الترتيب هو القدره على مواجهة واشباع متطلبات عمليات متنوعه. فنجد أن العملاء أو المواد في هذا النظام تتطلب عمليات مختلفه للانسياب من خلال النظام ، ويحتم ذلك استخدام طرق متغيره للمعدات مناولة المواد للتحرك بالمواد من مركز عمل الى مركز آخر ، بينما الانظمه الموجهة للعملاء تتطلب تحرك الافراد من مركز عمل الى مركز آخر . وفي كلتا الحالتين ، فان تكاليف النقل أو الوقت تعتبر على درجة كبيره من الاهمية. ونظرا لذلك فان الاهداف الرئيسيه لهذا النوع من الترتيب هو تخفيض تكلفة النقل والوقت الى أقل حد ممكن . ويتحقق هذا الهدف عن طريق وضع الاقسام التي تملك أكبر انسياب من العمل قريبة من بعضها ( Stevenson, 1986 ).

ان الانتقاد الذي يمكن توجيهه الى هذا النوع من التخطيط يكمن في اختيار مواقع الاقسام في مناطق العمل . فنجد أنه اذا كان الترتيب للتسهيلات المختلفه في المصنع ضعيف أو غير كفء ، فالنتيجه النهائيه لذلك ارتفاع التكاليف وأيضا زيادة الوقت وذلك نتيجة لعدم الكفاءة في مناولة المواد ، وحركة الافراد ، وأيضا حركة المعلومات وخلافه من الاسباب التي تنشأ نتيجة وجود بعض جوانب الضعف أو عدم الكفاءة في التخطيط الداخلي للمصنع .

ونظرا لان عملية التخطيط تعتبر من العمليات المكلفه ، فبالتالي يجب أن تتم منذ البدايه بكفاءة حتى يمكن تجنب عمليات التعديل الناتجه عن عدم الكفاءة ( Garrett, & Sliver, 1973 ).

كما يجب أن يراعى عند التخطيط الداخلي للمصنع على أساس العملية أن يتم ترتيب التسهيلات بطريقة تقلل التكاليف المتعلقه بالانتقال من قسم الى آخـــر. وعلى ذلك يجب أن يهدف التخطيط الداخلي على أساس العملية الى تقليل التكاليف المتعلقة بالانتقال الى أقل درجة ممكنه . فنجد أن تحرك المواد من موقع الـــى آخر يرتبط بنوعين من التكاليف : التكاليف المتعلقه بالتقاط ووضع المادة الخام في مكانها ، وأيضا التكاليف المتعلقه بالحركه بين الاقسام . فالتكاليف المتعلقه بالتقاط المواد ووضعها تعتبر تكاليف ثابته عموما بغض النظر عن المسافه التي تتحركها ، بينما التكاليف المتعلقه بالمسافه عادة ما تكون متغيره مع المسافه. وبالتالى ، فان التخطيط الداخلي للمصنع يحقق الكفاءة اذا تم تخفيض التكاليف المتعلقه بالمسافه الى أدنى حد ممكن . وعلى ذلك فان ( Buffa, 1975 ):

تكاليف الحركه = $\sum_{س} \sum_{ص} ن_{س ص} \times ف_{س ص} \times ت$ شحنه / متر

حيث أن :

ت = التكلفه التي تتكلفها حركة شحنه واحده لكل مسافة معينه (متر مثلا )

$ن_{س ص}$ = عدد الحمولات بين الاقسام س ، ص

$ف_{س ص}$ = المسافه بين الاقسام س ، ص

ولكي يتم حساب ذلك فانه يجب أن تتوافر المعلومات التاليه :

(١) قائمه بالاقسام أو مراكز العمل التي سوف يتم ترتيبها وأبعادها التقريبيـــه ، وأبعاد المباني التي سوف توضع بها الاقسام .

(٢) التنبؤ بحجم الانسياب للأعمال بين مراكز العمل .

(٣) معرفة وتحديد المسافه بين الاقسام والمواقع والتكلفه للوحده المتحركه على أساس المسافه بين مختلف المواقع أو الاقسام .

(٤) مقدار الاموال المستثمره في الترتيب .

(٥) قائمه بأى اعتبارات أخرى خاصه يجب أخذها في الحسبان (مثل المعدات الثقيله تتطلب اعتبارات خاصه).

ويتم تطوير وعمل موقف نموذجي للترتيب ثم تصميم بناء مادي حول هذا الترتيب. وهذا يسمح بتعظيم المرونه في التصميم . وعادة ما يتم عمل ذلك في حالة الترتيبات الجديده. ولكن يوجد العديد من الحالات التي يجب اعادة الترتيب بناء على تصميم موجود بالفعل. وفي هذه الحاله فان مساحة الأرضيه ، وأبعاد البناء ، والمواقع والمداخل والمصاعد وغيرها من العوامل المتشابهه غالبا مايجب وزنها وأخذها في الاعتبار عند عمل الترتيب.

وعموما فانه يوجد مدخلين أساسيين يمكن إستخدامهما للحصول على ترتيب داخلي على درجه من الكفاءة. وهذين المدخلين هما: المدخل الاول ويتعلق بتخفيض تكاليف النقل والمسافه، والمدخل الثاني وهو مدخل الترتيبات القريبه. وسوف نقوم بشرح كل من هذين المدخلين وذلك بمثال بسيط حتى يتم معرفة كيف يتم التوصل الى الترتيب الداخلي بناء على كلا من المدخلين . ثم نتبع ذلك بتوضيح مثال توضيحي لرسم الترتيب الداخلي وكيف يتم ذلك .

<u>تخفيض تكاليف النقل والمسافه</u> يعتبر الهدف الشائع والرئيسي من هذا النوع من الترتيب هو تخفيض تكاليف النقل أو تقليل المسافه الى أدنى حد ممكن . وفي هذه الحاله فانه يجب تلخيص المعلومات في صورة خريطه وجداول توضح المسافه بين كل موقع وآخر ، وأيضا مقدار انسياب العمل بين كل موقع وآخر كالاتي :

<u>جدول (٢٥)</u> المسافه بين المواقع (بالمتر)

| من \ الى | أ | ب | ج |
|---|---|---|---|
| أ | — | ٢٥ | ٤٥ |
| ب | ٢٩ | — | ٣٥ |
| ج | ٤٧ | ٣٥ | — |

<u>جدول (٢٦)</u> انسياب العمل بين المواقع (الشحنه في اليوم).

| من \ الى الاقسام | ١ | ٢ | ٣ |
|---|---|---|---|
| ١ | — | ١٥ | ٨٥ |
| ٢ | ٢٥ | — | ٣٥ |
| ٣ | ٩٥ | ٧٥ | — |

وكما هو واضح من خريطة المسافة بين موقع أ ، وموقع ب هي ٢٥ متر (غالبا ما يتم قياس المسافه بين مراكز الاقسام)، ويجب ملاحظة أن المسافه بين موقع أ ، ب يمكن أن تختلف ويعتمد ذلك على الاتجاه هل هو اتجاه ذو طريق واحد أم ذو طريقين وهل يوجد مصاعد أم لا أو أى عوامل أخرى . ولتسهيل المشكله فسوف نفترض أن المسافه متساويه بين أى موقعين وليست متغيره مهما اختلفت طريقة الوصول اليه . ولكن فليس من الواقع أن يتم افتراض أن انسياب العمل المتداخل بين الاقسام يكون متساوى . ومثال نجد أن العديد من الاقسام يمكن أن ترسل البضاعه للتعبئه ولكن قسم التعبئه يمكن أن يرسل البضاعه لقسم الشحن فقط .

وأيضا نجد أن تكاليف النقل يمكن تلخيصها فى صورة خريطه توضح التكلفه بين الاقسام ولكن من أجل تسهيل حل المشكله فسوف نفترض أن التكاليف تكون لها علاقه مباشرة (خطيه) بالمسافه . ولتوضيح كيف يمكن تخفيض التكلفه الى أدنى حد ممكن فسوف نقوم بتوقيع الثلاث أقسام فى جدول ( ٢٤ ) الى الثلاث مواقع فى جدول ( ٢٦ ) مع ترتيب الاقسام التى تملك أكبر انسياب للعمل أولا .

ولكى يتم حل المشكله السابقه فانه يتم ترتيب الاقسام التى تملك أكبر انسياب للعمل ، والمواقع يتم ترتيبها أيضا حسب أقل مسافات متداخله وهذا سوف يساعد فى عملية التوقيع ، فلو أن المسافات المتداخله مستقله عن اتجاه الانسياب فان انسياب العمل بين الاقسام يمكن أن يتم جمعه لتحقيق صورة أوضح لمدى الحاجه لان تكون الاقسام قريبه من بعضها البعض وفقا لذلك . ويوضح الجدول ( ٢٧ ) الترتيب بالنسبه للمسافات وبالنسبه لانسياب العمل .

جدول ( ٢٧ )

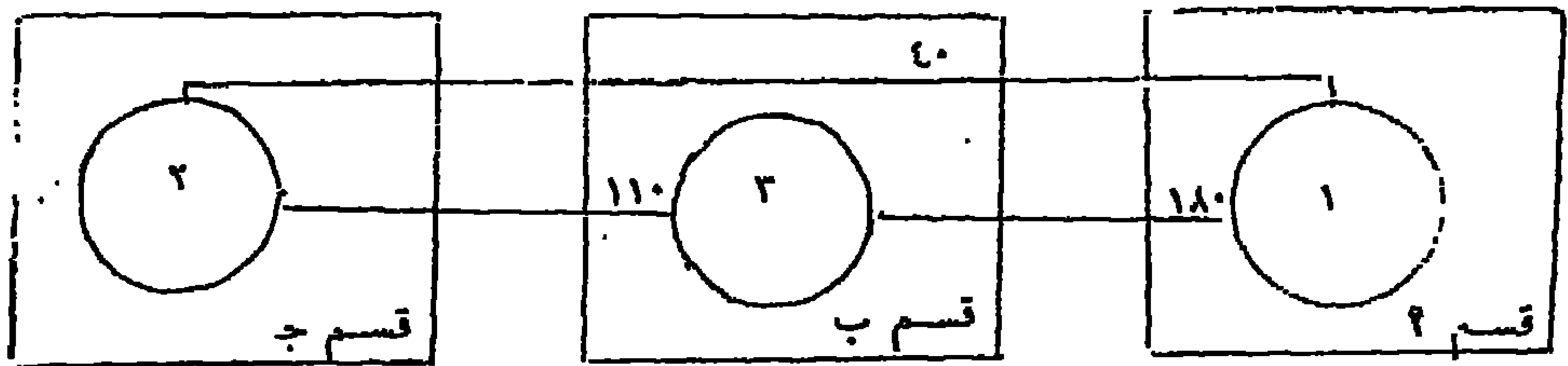
| الرحله | المسافه (بالمتر) | الاقسام (زوجيه) | انسياب العمل | |
|---|---|---|---|---|
| أ - ب | ٢٥ | ٣ - ١ | ٩٥ | ١٨٠ |
| ب - أ | ٢٥ | ١ - ٣ | ٨٥ | |
| ب - جـ | ٣٥ | ٣ - ٢ | ٧٥ | ١١٠ |
| جـ - ب | ٣٥ | ٢ - ٣ | ٣٥ | |

تابع جدول (٢٧)

| | | | |
|---|---|---|---|
| أ - جـ | ٤٥ | ١ - ٢ | ١٥ ⎤ ٤٠ |
| جـ - أ | ٤٥ | ٢ - ١ | ٢٦ ⎦ |

واذا نظرنا الى القائمه السابقه لوجدنا أن الاقسام ١ ، ٣ تملك أكبر انسياب متداخل للعمل وأن الموقع أ ، ب تعتبر أقرب المواقع الى بعضها البعض. ولذلك ، فانه من المعقول أن يتم توقيع ١ ، ٣ الى المواقع أ ، ب ، وبالرغم من أنه ليس من الواضح فى هذه الخطوة من الحل . ونلاحظ أيضا من القائمه السابقه أن الاقسام ٢ ، ٣ تملك انسياب أكبر للعمل من ١ ، ٢ ولذلك فان ٢ ، ٣ يجب أن يتم وضعها قريبا من بعضها عن ١ ، ٢ . وحيث أنه يبدو أنه من المعقول وضع ٣ بين ١ ، ٢ أو على الاقل يجب وضعها فى الوسط بين الاثنين كما هو موضح فى الشكل (٢١) انسياب العمل المتداخل بين الاقسام من أجل توقيع الاقسام .

شكل (٢١)




ويجب ملاحظة أن انسياب العمل بين الاقسام فى الشكل هو مجموع الانسياب لكل طريق ( مثال ١٨٠ عبارة عن المجموع بين ١ ، ٣ وهى عبارة عن شحنه مقدارها ٩٥ من ٣ الى ١ ، وشحنه مقدارها ٨٥ بين ١ ، ٣ ). ولو فرض أن التكلفه للمتر لتحريك أى شحنه هى ١٫٥ جنيه فيمكن حساب التكلفه الاجماليه لليوم لهذا التوقيع وذلك بضرب عدد الشحنات لكل قسم فى المسافه وجمع هذه المقادير (وذلك باستخدام المعادله الآتيه : تكاليف الحركه = مجـ$_{س}$ مجـ$_{ص}$ ن$_{س ص}$ × ف$_{س ص}$ × ت

كالاتى كما هو موضح فى جدول (٢٨) :

جـــــــدول ( ٢٨ )

| القسم | عدد الشحنات الى | الموقع | المسافه الى | الشحنات × المسافــه |
|---|---|---|---|---|
| ١ | ٢ : ١٥ | أ | جـ : ٤٥ | ١٥ × ٤٥ = ٦٧٥ |
| | ٣ : ٨٥ | | ب : ٢٥ | ٨٥ × ٢٥ = ٢١٢٥ |
| ٢ | ١ : ٢٥ | جـ | أ : ٤٥ | ٢٥ × ٤٥ = ١١٢٥ |
| | ٣ : ٣٥ | | ب : ٣٥ | ٣٥ × ٣٥ = ١٢٢٥ |
| ٣ | ١ : ٩٥ | ب | أ : ٢٥ | ٩٥ × ٢٥ = ٢٣٧٥ |
| | ٢ : ٧٥ | | جـ : ٣٥ | ٧٥ × ٣٥ = ٢٦٢٥ |

واذا نظرنا الى الشكل رقم (٢٩) لوجدنا أن قسم أ قد تم تخصيصه الى موقع (١) ، وقسم ب الى موقع (٣) ، وقسم جـ الى موقع (٢) ، وبناء عليه قد تم ضـــرب الشحنات في المسافه وحساب التكلفه بناء على ذلك ( تبلغ التكلفه ١٥٢٢٥ جنيه يوميا وذلك على أساس أن التكلفه ١٫٥ جنيه شحنه / متر). وبالرغم من أن اجمالي التكلفه هو ١٥٢٢٥ جنيه الا أنه يجب أن يتم حساب اجمالي التكلفه لكل بديـــل ومقارنتها بتلك التكلفه ، وعدد البدائل هنا هو مضروب ٣ (٣! = ٦ ترتيبات ممكنه) وهي كالاتي : (أ) أ إلى ١ ، ب إلى ٣ ، جـ إلى ٢ ، (ب) أ إلى ٣ ، ب إلى ٢ ، جـ إلى ١ ، (جـ) أ إلى ٢ ، ب إلى ١ ، جـ إلى ٣ ، (د) جـ إلى ١ ، أ إلى ٢ ، ب إلى ٣ ، (هـ) جـ إلى ٢ ، أ إلى ٣ ، ب إلى ١ ، (و) جـ إلى ٣ ، أ الى ١ ، ب الى ٢ . ويتم حساب التكلفه لتلك الترتيبات المختلفه ثم اختيار الترتيب الذى يحقق أقل التكاليف . ومن الملاحظ أنه من الصعوبه عمل ذلك وخصوصا كلما زادت عدد المواقع .

<u>مدخل الترتيبات القريبه</u>: بالرغم من أن المدخل السابق شائع الاستخدام ، الا أنه يركز فقط على هدف معين وهو تخفيض التكاليف ، بينما في الواقع العملي قد نجد العديد من المواقف التي تشتمل على خصائص وصفات متعدده .

لقد قام رتشارد ميثر " Richard Muther " بتطوير مدخل أكثر عمومية للمشكلة ، ويسمح هذا المدخل بتوضيح الاهمية النسبية لكل اتحاد من الاقسام المزدوجة ( Muther, 1961 ). ويتم تلخيص المعلومات في مصفوفة كما هو موضح في الشكل رقم ( ٢٢ ):

شكل (٢٢)

درجة الاهمية

ا على درجة كبيرة من الضرورة والاهمية

ب هام جدا جدا

ج هام

د هام بدرجة عادية

ه غير هام

و غير مرغوب

قسم (١)
(٢)
(٣)
(٤)
(٥)
(٦)

ا ب ب و ه و ا ا و ا ا ا د ا

ومن الجدير بالذكر ملاحظة أن الحروف تمثل الاهمية النسبية بالنسبة لقرب كل زوج (أثنين) من الاقسام (مثال الحرف ا يمثل أكثر أهمية ، والحرف و يمثل أقل أهمية أي الاقسام غير المرغوب في قربها من بعضها البعض)؛ واذا نظرنا الى التقاطع للقسم ١ ، ٢ نجد أنه يوجد الحرف ا ، وهذا يعني أن هذين القسمين يجب أن يكونا أقرب قسمين الى بعضهما ، وأيضا نجد أن القسم ١ ، ٤ يجب ألا يكونا قريبين نظرا لانه يوجد عند التقاطع الحرف و (غير مرغوب). وفي الواقع العملي ، فان الحروف على المصفوفة غالبا ما تصاحب بالاعداد التي توضح السبب في كل ترتيب . وقد اقترح ميثر "Muther" القائمة الاتية :

(١) استخدام نفس الاله أو التسهيلات كلما أمكن ذلك .

(٢) مشاركة نفس الافراد أو السجلات كلما أمكن .

(٣) تتابع انسياب العمل .

(٤) تسهيل الاتصـــال ٠

(٥) الحالات التى تسبب عدم الامان والسرور ٠

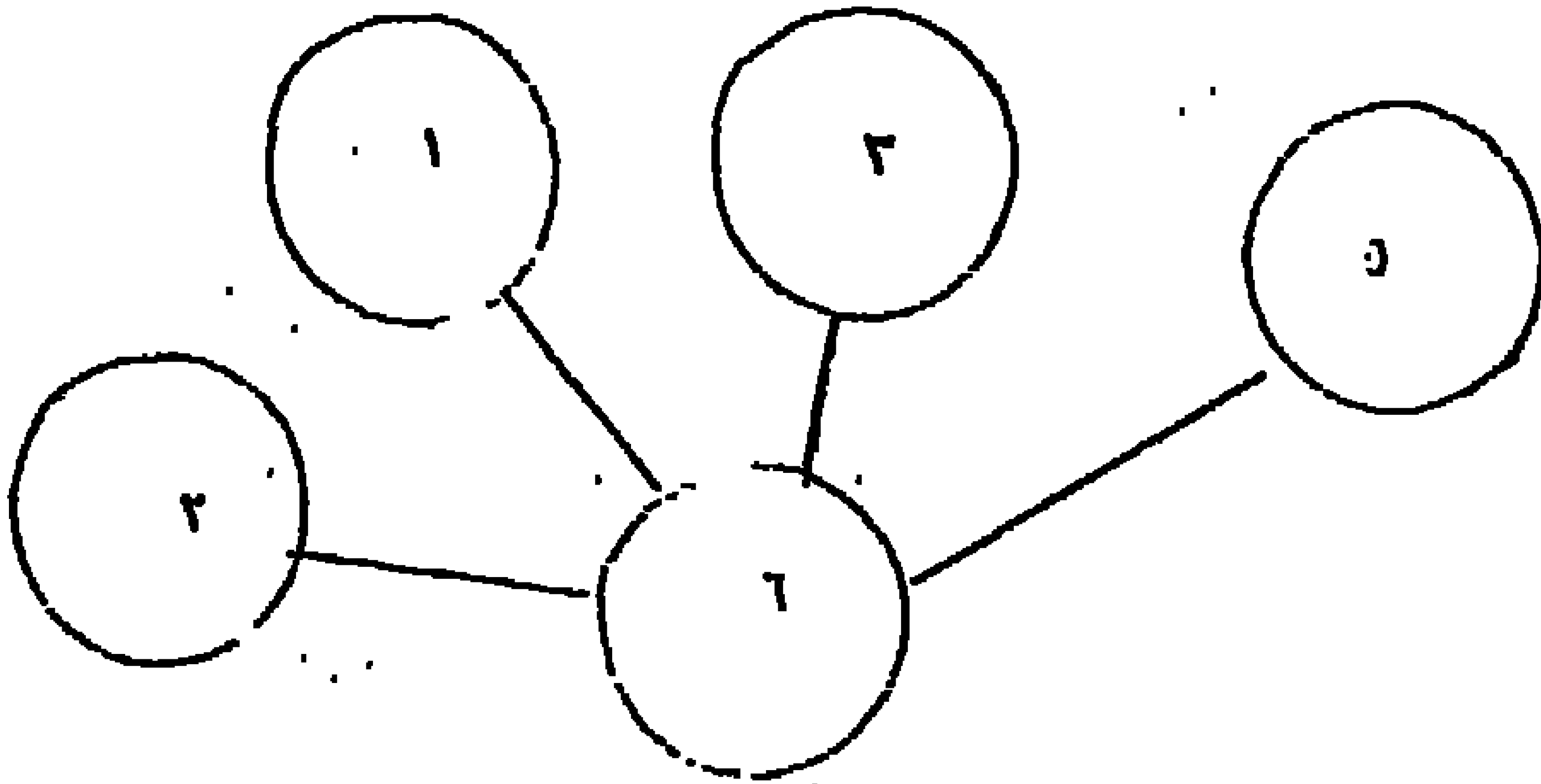
(٦) أداء الاعمال المتشابهة ٠

وكما تم التوضيح فى المدخل السابق فلا يوجد حل أمثل. وذلك نظرا لان التركيز فى الطريقة السابقة كان منصبا فقط على الانخفاض فى التكاليف٠ أما اذا تم أخذ عوامل أخرى فى الحسبان فان الحل سوف يختلف٠ وهنا اذا قمنا بحل المثال السابق وذلك باستخدام المحاولة والخطأ وبعض القواعد التقريبية فإننا نقوم أولا : بتحديد قائمة بكل اثنين من الاقسام المتقاطعة وذات الحرف ٩ ، و كما هو موضح فى الجدول رقم (٢٩ ):

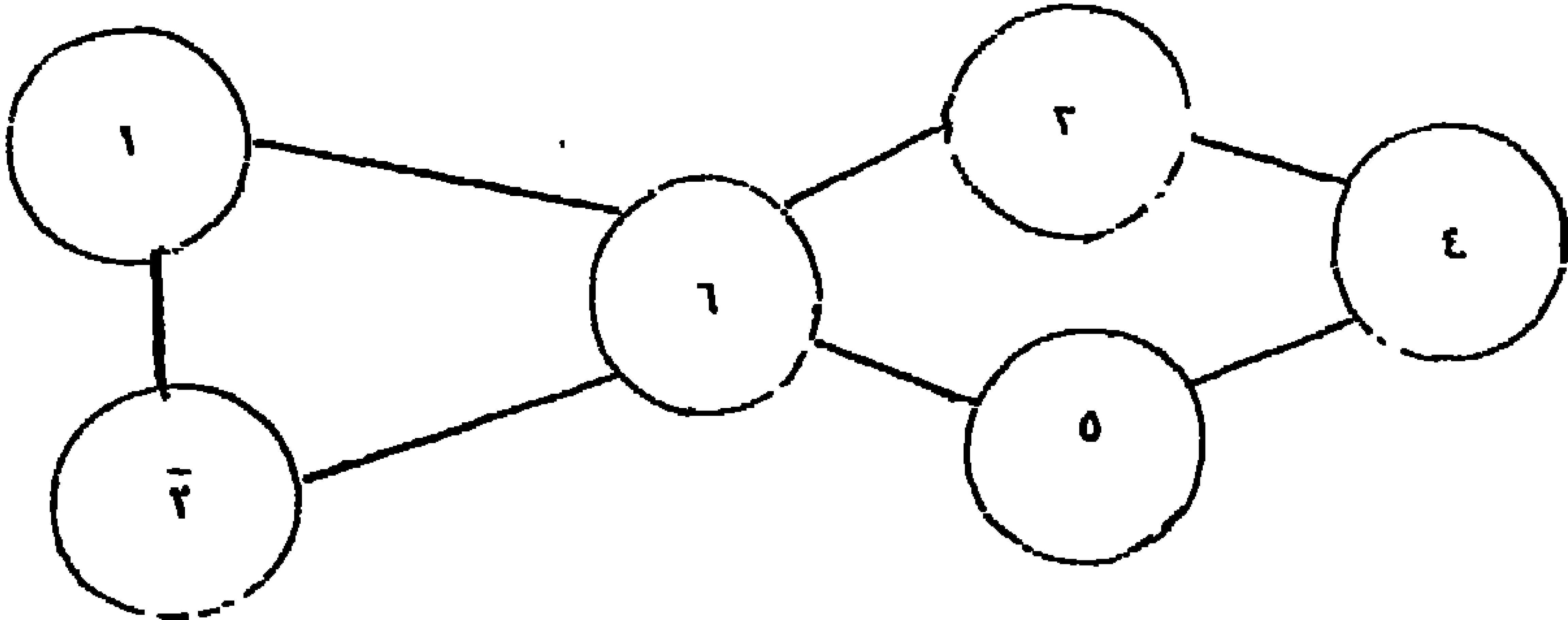
جـــــــدول (٢٩)

| قائمة الاقسام ذات الحرف ٩ | قائمة الاقسام ذات الحرف و |
|---|---|
| ١ ـ ٢ | ١ ـ ٤ |
| ١ ـ ٦ | ١ ـ ٥ |
| ٢ ـ ٦ | ٢ ـ ٥ |
| ٣ ـ ٤ | |
| ٣ ـ ٦ | |
| ٤ ـ ٥ | |
| ٥ ـ ٦ | |

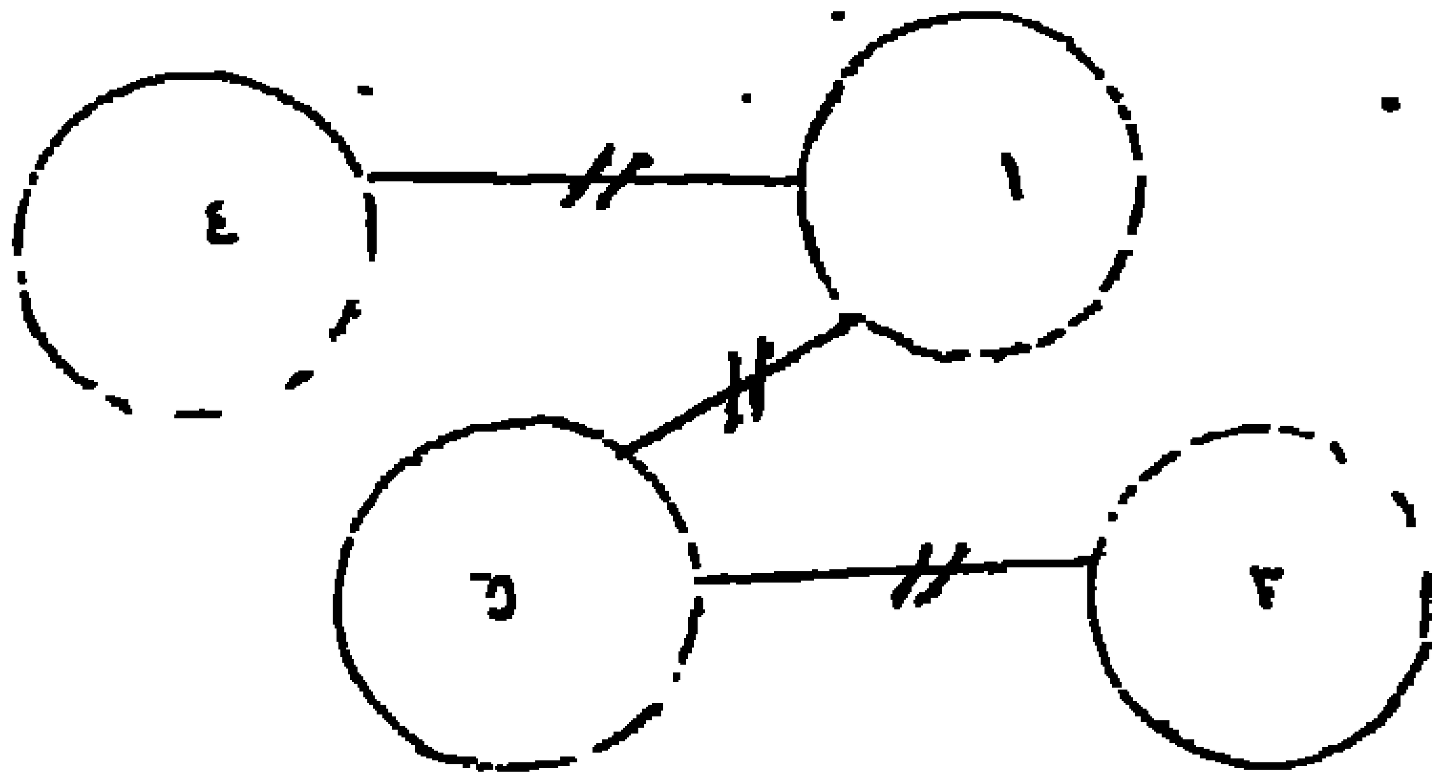
ثـانيـا : يتم تكوين مجموعة مرتبطة من الاقسام ذات الحرف ٩ مع البدأ بالاقسام التى تظهر أكثر تكرارا ( نجد أنه فى تلك الحالة القسم ٦ أكثر تكرارا من غيره من الاقسام ):



ثم يتم أخذ باقي القائمة بالترتيب واضافتها الى هذه المجموعه السابقـــة كلما أمكن ذلك ، وايضا يتم اعادة ترتيب هذه المجموعه كلما تطلب الامر ذلـــك ، ولتحقيق ذلك ، يمكن تكوين مجموعات منفصله وليست مرتبطه مع المجموعه الاساسيـه. ولكن في هذا المثال نجد أن جميع الاقسام مترابطه.




ويتم بعد ذلك رسم قائمه الاقسام المتقاطعه مع الحرف و كالاتي ، ثم وضع الرسمه في مصفوفه مكونه من ترتيب ٢ × ٣ . ويجب ملاحظة أيضا أن المجموعة التي تحمل الحرف ؟ تشبع المجموعه ذات الحرف و المنفصله .




| | | |
|---|---|---|
| ٤ | ٦ | ١ |
| ٥ | ٢ | ٣ |

ويجب ملاحظة أن الترتيبات ذات المستوى الادنى من الاهميه النسبيه ( أي الحرف و) يجب أيضا أن يتم مقابلتها وتحقيقها في هذا الترتيب ، ولم يتم أخذ باقي الترتيبات (أخذ باقي الاهمية النسبيه في الاعتبار) في الاعتبار. ويجب ملاحظة أيضا أن كل مشكله ليس من الضروري أن ينتج عنها نفس النتيجه وانما المهم هو مقابلة الشروط الموجوده. وبالتالي فانه بالامكان اجراء بعض المحاولات لتوضيح ما اذا كان من الممكن اجراء بعض التحسينات أم لا مع ملاحظة أن الحرفـر؟) ،(و) هما أكثر شيء قد تم أخذهما فـــي الاعتبار. ويجب ملاحظة أيضا أن الاقسام تعتبر قريبه ليس لمجرد أنها بجانب بعضها البعض وانما أيضا عن طريق التقارب من الاركان . وهنا يجب التأكيد على أن ذلـك

قد لا يعتبر حلا مثاليا وذلك نظرا لعدم أخذ جميع العوامل الاخرى فى الاعتبار ، ومن الجدير ملاحظة أن كل منشأه قد تأخذ جميع العوامل في الاعتبار أو قد تأخذ بعض العوامل ويعتمد ذلك على مدى أهمية تلك العناصر بالنسبه للمنشأه ومدى التأثير على التكاليف والانتاجيه وغيرها .

ولتوضيح كيف يتم رسم التخطيط الداخلي وفى نفس الوقت تقليل المسافه فانه نفترض أن منشأه ما تستخدم التخطيط على أساس العمليات ، ويوجد تسع مراكز للعمل مشار اليها بالارقام ١ - ٩ . وللحصول على التخطيط الداخلي للمصنع الذي يحقق تقليل المسافه التي يتحركها العمال الي أقل حد ممكن ، فانه من الضروري أولا تسجيل طريقة حركات المواد بين محطات العمل أثناء دورة الانتاج . ويوضح الجدول رقم (٣٠) عدد الحمولات التي يجب أن تنقل بين الوحدات المسجله خلال دورة الانتاج.

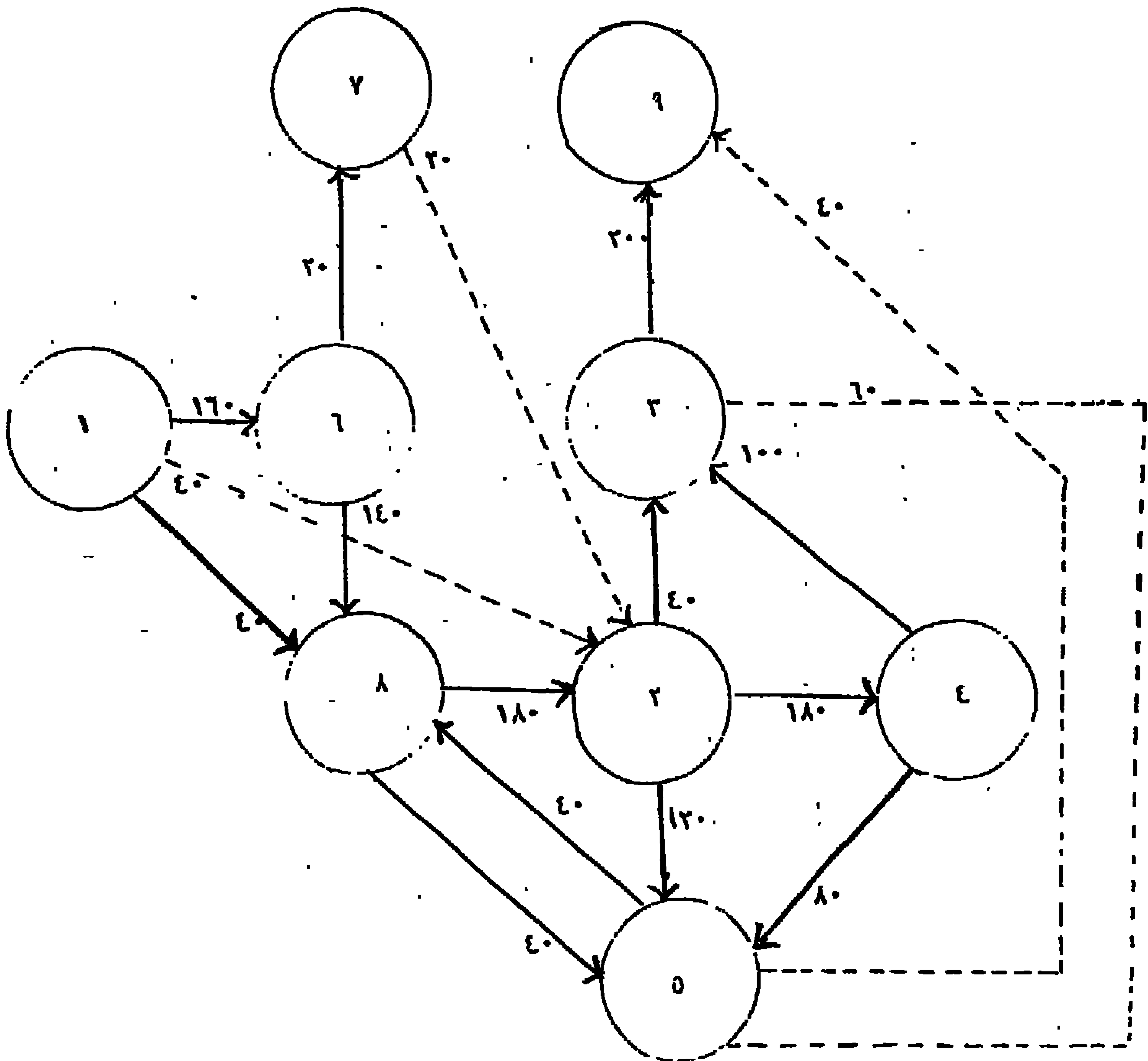
جدول (٣٠) : حركة المواد فى المنشأه الصناعيه للأغذية المحفوظة

| من \ الى | ١ | ٢ | ٣ | ٤ | ٥ | ٦ | ٧ | ٨ | ٩ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ١ | | ٤٠ | | | | ١٦٠ | | ٤٠ | |
| ٢ | | | ٤٠ | ١٨٠ | ١٢٠ | | | | |
| ٣ | | | | | | | | | ٢٠٠ |
| ٤ | | | ١٠٠ | | ٨٠ | | | | |
| ٥ | | | ٦٠ | | | | | ٤٠ | ٤٠ |
| ٦ | | | | | | | ٢٠ | ١٤٠ | |
| ٧ | | ٢٠ | | | | | | | |
| ٨ | | ١٨٠ | | | ٤٠ | | | | |
| ٩ | | | | | | | | | |

من الجدول نجد على سبيل المثال أن عدد الحمزلات من محطة ١ الى محطه ٢ يساوى ٤٠ حموله ، وأيضا من محطه ٢ الى ٤ تساوى ١٨٠ حموله٠ ويتم الحصول على تلك البيانات من خرائط الحركه المختلفه وأيضا عن طريق معرفة الكميه التي سوف تنتج من كل عنصر من خلال الفتره التي يتم فيها استخدام هذا التخطيط ٠ ويوضح الشكل ( ٢٣ ) التخطيط الداخلي الذى تستخدمه تلك المنشأه ٠

شكل ( ٢٣ )

التخطيط الداخلي للمنشأه الصناعيه للاغذيه المحفوظه



ويجب أن يلاحظ أن محطات العمل موضحه في شكل دوائر. أما الخطوط فتوضح عدد الحمولات المتحركه بين المحطات (الاقسام). والحركات للمحطات القريبه موضحـــه بخطوط غير متقطعه والحركات الى المحطات البعيده موضحة بخطوط متقطعه. وواضح أن أنه تخطيط داخلى هو التخطيط الذى يقلل التحركات بين المحطات البعيدة.

وقد قامت المنشأه بتطوير ذلك التخطيط وذلك عن طريق وضع محطه رقم ٢ ، التى تتميز بأكبر كمية نشاط مقاسه بعدد الحمولات المتحركه اليها ، فى وســـط أرضية المصنع. كما تم وضع باقى المحطات حول محطة رقم ٢ وفى مواقع قريبه علـــى قدر الامكان . ويوجد فى هذا التخطيط أربع تحركات غير كفئ وهى الحركة من محطة ٧ الى محطة ٢ وعدد الحمولات ٢٠ حموله ، والحركة من محطة ٥ الى محطة ٩ وعـــدد الحمولات ٤٠ حمولة ، والحركة من محطة ٥ الى محطة ٣ وعدد الحمولات ٦٠ حمولـــه ، والحركة من محطة ١ الى محطة ٢ وعدد الحمولات ٤٠ حمولة . وبناء على ذلك فاننـــا نجد أنه يوجد ١٦٠ حمولة يتم تحريكها الى محطات عمل غير قريبه .

ومن ذلك نجد أن ذلك التخطيط يجب اعادته لترتيب المحطات ٢ ، ٣ ، ٤ ، ٥ بطريقه أفضل كما هو موضح فى شكل (٢٤أ) . ونجد من الشكل أن عمليات النقل غيـــر الكفئ قد انخفضت الى حركتين إحداهما الحركه من محطة ٧ الى محطة ٢ ، وعـــدد الحمولات ٢٠ حمولة ، والأخرى الحركة من محطة ١ الى محطة ٢ وعدد الحمولات ٤٠ حمولة. وهذا يعنى أن عدد الحمولات قد انخفض من ١٦٠ حمولة إلى ٦٠ حمولة : ونجد أيضـــا أنه اذا تم اعادة ترتيب تلك المحطات فسوف نحصل على التخطيط الموضح فى شكل (٢٤ب).

ونلاحظ فى هذا المثال أن عدد محطات العمل كان قليلا . وبزيادة عدد المحطات وأيضا التقاطعات التى تنشأ عن وجود عدد أكبر من المنتجات ، فان المشكله فـــى تلك الحالة تكون أكثر تعقيدا . فمثلا مع ٧ محطات عمل ، يوجد عدد وقدرة ٥٠٤٠ من الترتيبات التى يمكن الحصول عليها . فالمحاولة والخطأ اليدوية يمكن استخدامهـا فقط للمشاكل البسيطه ، ولكن عندما يزداد العدد فلا يمكن استخدام المحاولـــة

شكل (٢٤ أ)

شكل (٢٤ ب)

والخطأ اليدويه وانما يجب استخدام برامج خاصة منها برنامج يسمى كرافت " Craft " وهو اختصار للكلمات الاتية:

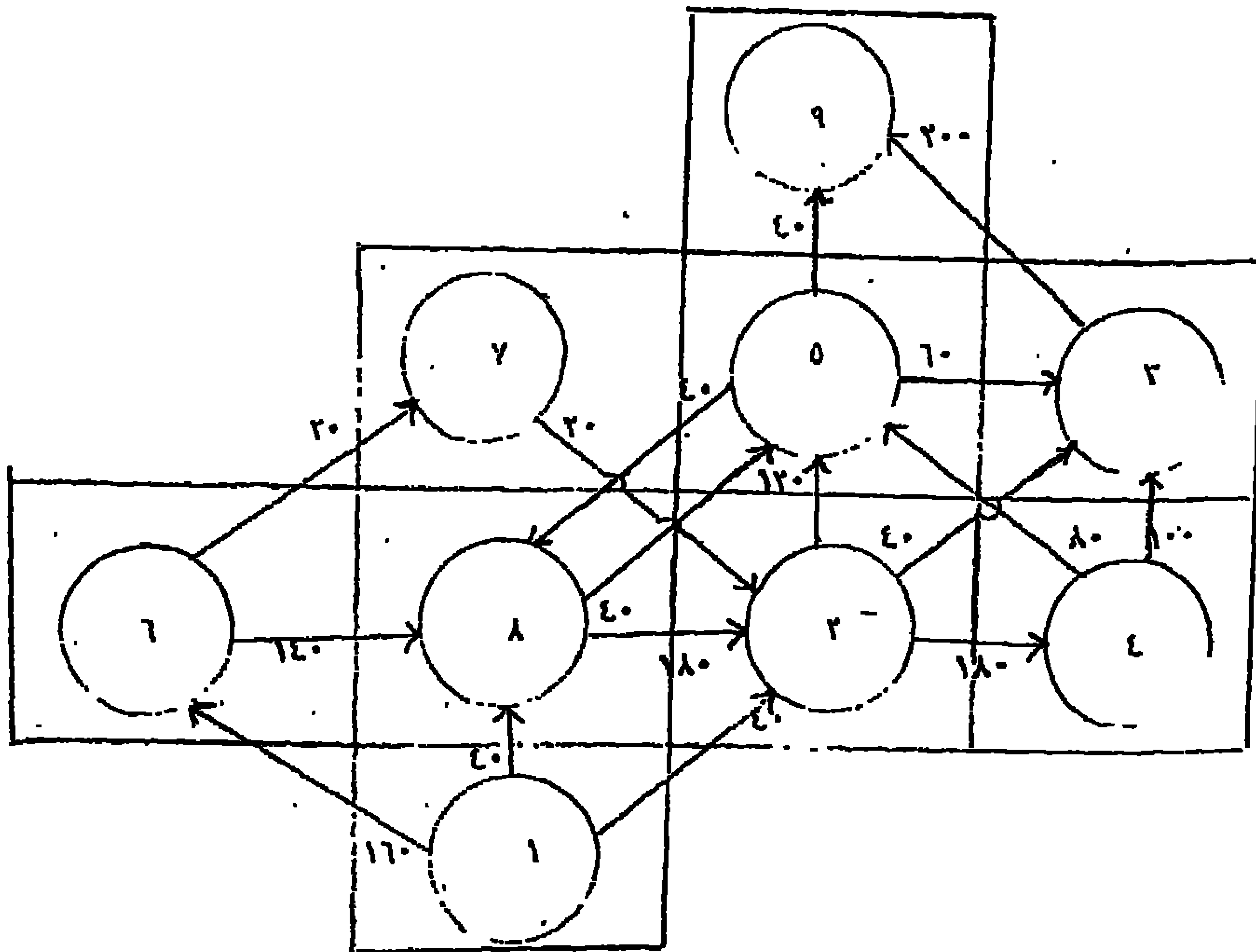
" Computerized Relative Allocation of Facilities Technique"

والهدف الاساسى من استخدام هذا النموذج هو البحث عن جميع البدائل الممكنة لترتيب الأقسام المختلفة بحيث تنخفض فى النهاية التكاليف المتعلقه بالحركة بين الاقسام المختلفة ( Maqbool , 1981 ).وقد تم عن طريق استخدام نموذج الكرافت تصميم وتقييم الترتيبات الداخليه للمصنع والتى كان فيها عدد الأقسام أو المحطات ٤٠ قسم أو محطة والتوصل الى حل فى أقل من دقيقه واحدة من وقت الكمبيوتر .

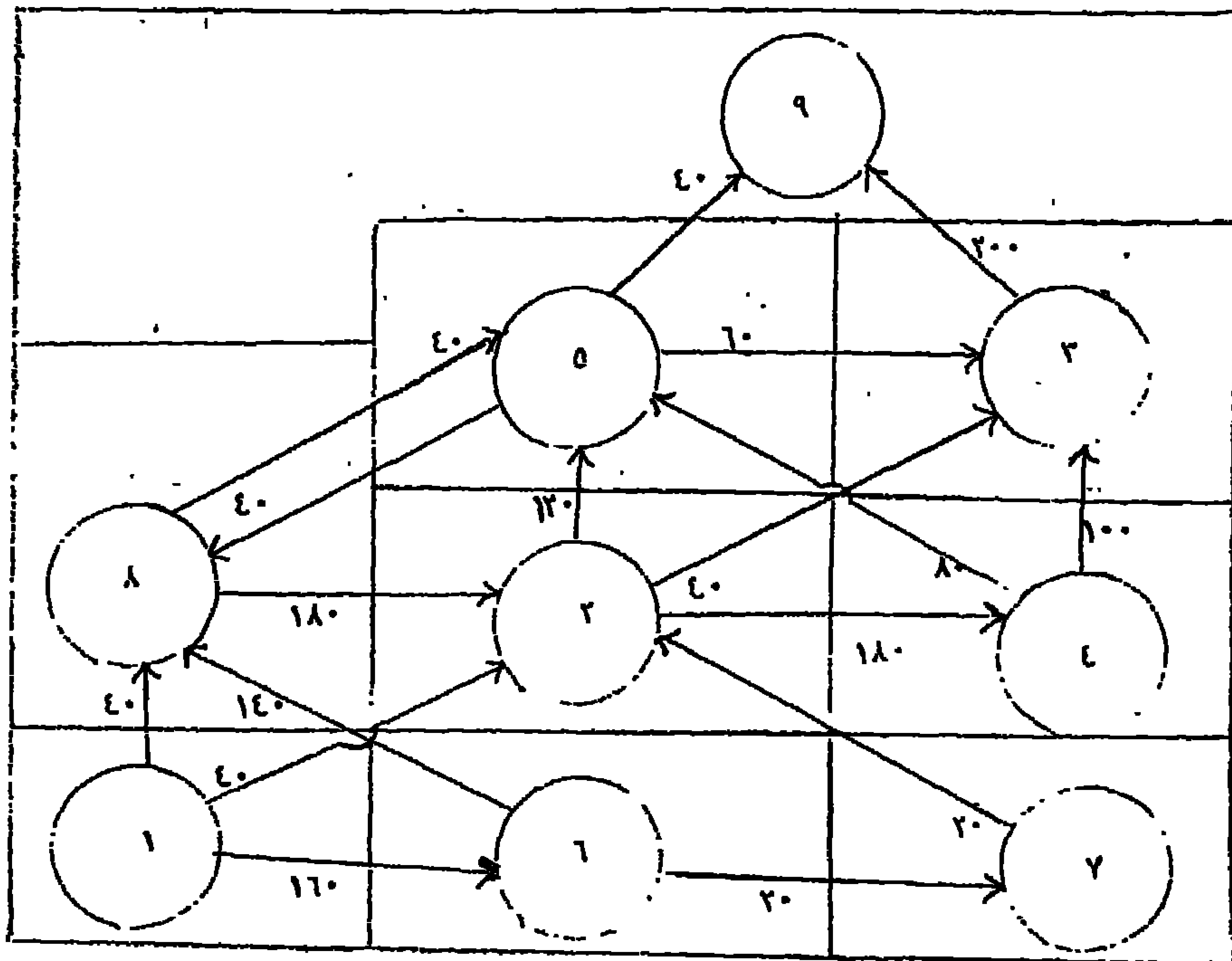
وبعد تحديد أحسن الترتيبات لمحطات العمل ، يتم وضع خطة مبدئية لأرضية المصنع والتى تعكس خصائص المنطقة. ويتم تقدير المساحة الاجمالية للأرضية التى تشغلها الآلات ثم يتم استخدام التقدير ، وذلك بزيادة المساحة للسماح بوجود أماكن للتخزين ، وللحركة وللعمال وخلافه. وبذا تتحدد المساحة الاجمالية المطلوبة لكل محطة عمل .

وعلى أساس هذه المعلومات يتم اعداد رسم نموذجي والذى يعكس متطلبات المساحة لمحطات (أقسام) العمل فى ترتيبها كما هو موضح فى شكل ( ٢٥):وباجراء بعض التعديلات فى هذا الشكل بما فى ذلك المساحات الخاصة بالمحطات حتى يصبح الشكل العام أكثر ملائمة للبناء فإننا نحصل على نموذج جديد لتخطيط المصنع وذلك كما هو موضح بالشكل رقم ( ٢٦) ( Garrett & Sliver, 1973 ).

شـــــــكل (٢٦)




شـــــــكل (٢٦)



## مزايا التخطيط للمصنع على أساس نوع العملية:

(١) ان التخطيط على أساس نوع العملية من شأنه أن يؤدى الى تحقيق المرونة فى الانتاج ومواجهة تقلبات الطلب للسلع أو الاجزاء المنتجة. كما أن التشغيل النموذجي لهذا النوع من التخطيط قد يؤدى الى تحقيق الاستخدام الافضل لكافة وسائل الانتاج فى المصنع وتخفيض الاستثمار فى الاجهزة .

(٢) يستخدم التخطيط على أساس نوع العملية حينما يتم صناعة أعداد متفاوتة من المنتجات بكميات صغيرة نسبيا، حيث أنه يتم تعديل الآلات كل مرة يتم فيها عملية الانتاج نظرا لانها من النوع ذات الغرض العام .

(٣) استخدام الآلات ذات الأغراض العامة والتي تكون منخفضة التكاليف عادة عن الآلات المتخصصة المستخدمة فى التخطيط على اساس المنتج ، والتي أيضا لاتستهلك نسبيا بنفس سرعة الآلات المتخصصة. هذا بالاضافة الى أن صيانتها أسهل وأقل تكلفة نسبيا .

(٤) نجد أيضا أن ذلك النوع من التخطيط تكون الاستثمارات المالية فى الآلات ومعدات نقل وخلافة من الآلات المساعدة منخفضة نسبيا . كما أن التعطل فى أحد الآلات لا يؤثر بدرجة كبيرة على النظام وتوقفه .

(٥) حيث أن الآلات المستخدمة فى ذلك النوع من التخطيط يمكن وضعها فى أماكن منفصلة بدون اعتمادها على بعضها فى التتابع للعمليات الصناعية المختلفة كما فى خط الانتاج المستمر ، بالتالي فانه يصبح فى الامكان فصل الآلات التى تسبب ضوضاء كبيرة ، وأتربة وحرارة أو غازات وخلافة .

(٦) يمكن استخدام أنظمة الحوافز المادية والفردية فى هذا النوع من التخطيط الداخلى للمصنع، نظرا لان العمل عادة ما يتم بتداخل من العمال بدلا من التسيير الاتوماتيكي بواسطة الآلات والتى تستخدم عموما فى خطوط الانتاج القائمة على أساس المنتج .

## عيوب التخطيط الداخلى أساس نوع العملية:

(١) ينطوى هذا النوع من التخطيط على صعوبات فى تحديد الطرق الصناعية واعداد جداول الانتاج وفى الرقابة على صناعة السلع، وذلك بسبب التغير المستمر فى تتابع العمليات واختلاف المنتجات .

(٢) نجد فى هذا النوع من التخطيط أن الأجهزة المستخدمة فى مناولة المواد من النوع العام الأقل تخصصا بسبب الطرق المتغيرة التى تسلكها المواد ، ويترتب على ذلك ضرورة زيادة عدد المشتغلين فى المناولة وارتفاع نفقات المناولة وتكلفة النقل . وأيضا صعوبة عمليات التنسيق والرقابة بسبب تفاوت العمليات

الانتاجية ·

(٣) ان معدلات الانتاج فى هذا النوع من التخطيط تكون أقل من معدلات الانتاج فى التخطيط الداخلى للمصنع على أساس المنتج وما يترتب على ذلك من ارتفـــاع التكاليف عادة ·

(٤) تكون الاستثمارات فى المخزون كبيرة عادة فى هذا النوع من التخطيط وذلـــك لأنه من الضرورى وجود مخزون كبير من المواد الخام والسلع شبة المصنوعــــة بالمقارنة بالتخطيط على أساس المنتج ·

(٥) محاسبة التكاليف تكون أصعب نسبيا فى هذا النوع من التخطيط نظرا لأن كــل طلبية تتطلب اعداد سجلات متعلقة بالمواد المستخدمة ، والوقت اللازم للعمـــال والآلات وخلافة ، هذا بالمقارنة بالتخطيط الداخلى على أساس المنتج الذى تكـــون فيه العمليات متتابعة وعلى أساس مستمر هذا بالاضافة الى أن رقابة المخـــزون وعمليات الشراء تكون أكثر تعقيدا بالمقارنه ·

(٦) من الصعب انتاج كميات كبيرة من المنتجات فى هذا النوع من التخطيط ، وعندما تزداد الكميات بدرجة معقولة فغالبا ما يتم التحرك نحو التخطيط الداخلى علـــى المنتج لتلك الانواع من المنتجات التى يتم انتاجها بأحجام كبيرة ، ومن ذلـــك نجد أن نسبة استغلال الآلات تكون عادة منخفضة ·

(٧) أن تعقد الاعمال وتغيرها غالبا ما يؤدى الى تقليل نطاق الاشراف وما يترتب على ذلك من ارتفاع تكاليف الاشراف بالمقارنة بالتخطيط على أساس نوع المنتج ·

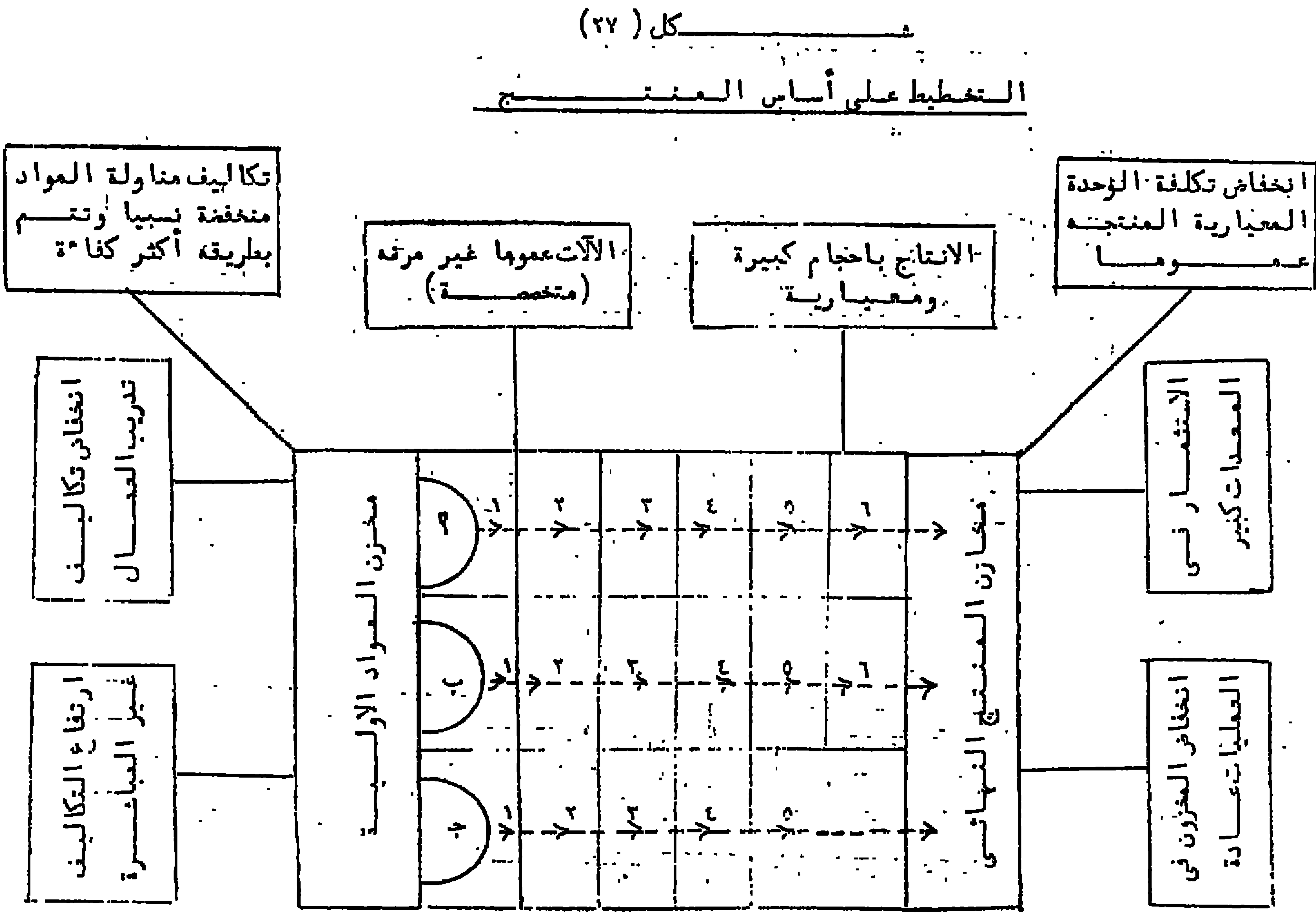
وفى ختام التخطيط الداخلى على أساس المنتج والعملية ، تجدر الاشارة الـى توضيح كلا النوعين من التخطيط بمثال مبسط وتوضيح الخصائص التى يتمتع بها كلا النوعين ، وذلك بفرض وجود ثلاث منتجات تمر بالمراحل الانتاجية الاتية :-

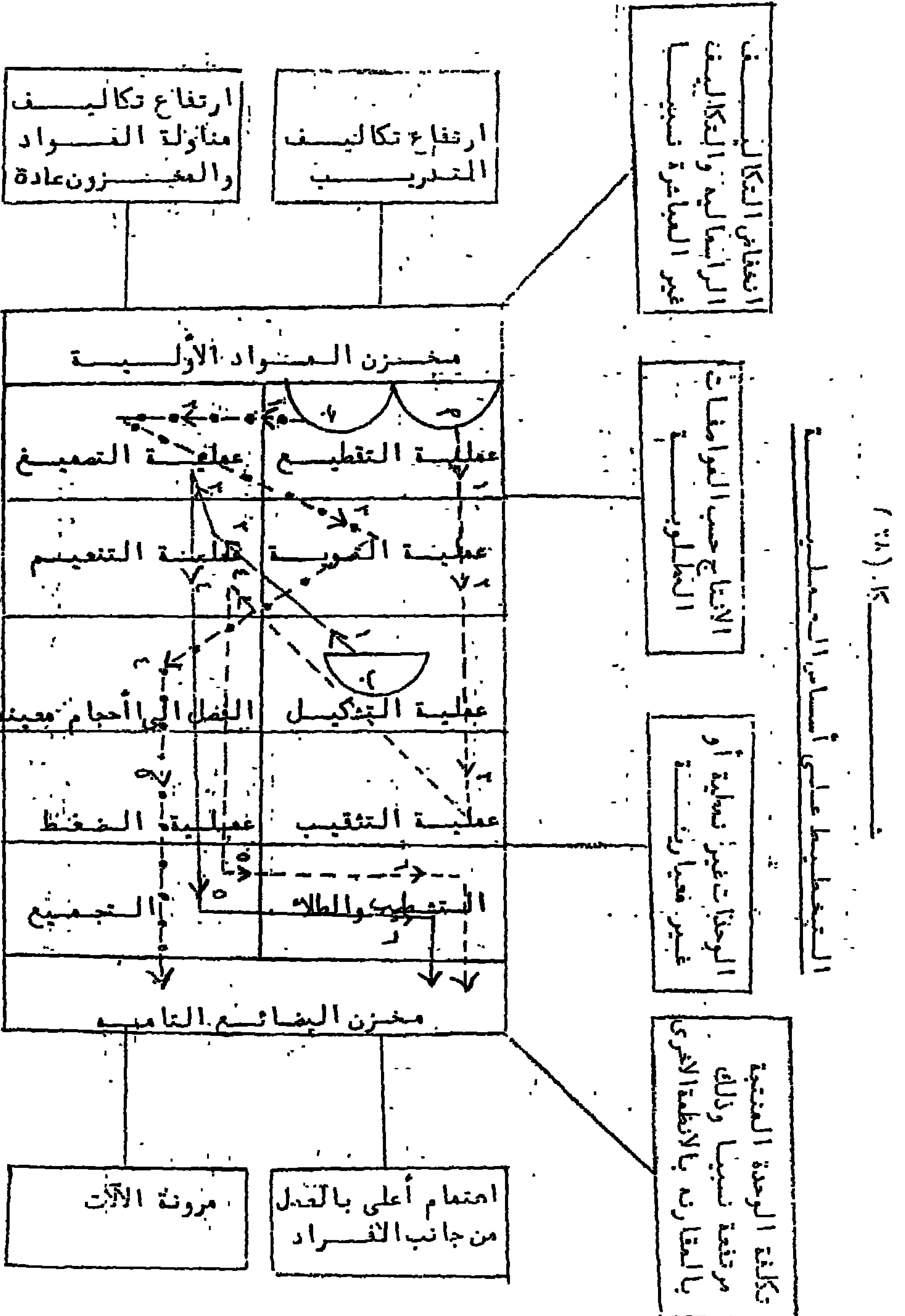
| منتج أ | منتج ب | منتج جـ |
|---|---|---|
| ١- عملية التقطيع | ١- عملية التشكيـــل | ١- عملية التقطيـــع |
| ٢- عملية التسوية | ٢- عملية التنعيم | ٢- عملية التصميـــغ |
| ٣- عمليات التثقيب | ٣- عملية التصميغ | ٣- عملية التسويـــة |
| ٤- عملية التنعيم | ٤- عملية التنعيم | ٤- عملية الفصل الى أحجام مختلفـــة · |
| ٥- التجميـــع | ٥- التجميع | ٥- التركيب (عن طريق الضغط)· |
| ٦- الطـــلاء | ٦- التغليـف | |

وبناء على تلك المعلومات يوضح الشكل رقم ( ٢٧ ) رسم مبسط للتخطيط الداخلى على أساس المنتج والخصائص المتعلقه به ، ويوضح الشكل رقم ( ٢٨ ) التخطيـــط

شكل (٢٧)

التخطيط على أساس المنتج






شكل (٢١) التخطيط على أساس العمليات

الداخلي على أساس العملية والخصائص المتعلقة به .

## التخطيط الداخلي للمصنع على أساس الموقع الثابت

ان التخطيط الداخلي للمصنع على أساس نوع المنتج ، ونوع العملية الصناعية يعتبران من أكثر الانواع شيوعا في الصناعة. أما التخطيط حول موقع ثابت فهو أقلهما شيوعا في الصناعة ، وفي هذا النوع من التخطيط فان السلع المنتجه توجد في مكان ثابت ، بينما تتحرك الآلات والعمال والمواد والخدمات المدعمة للعمليات الى ذلك الموقع الثابت.

ويستخدم هذا النوع من التخطيط عادة في حالات إنتاج أو تجميع السلع ذات الاحجام الضخمه ، كما في حالة صناعة السفن والطائرات. فنجد أن السفينة تبقى في المكان الثابت وكل المعدات والادوات الضروريه والعمال وخلافة من التسهيلات المختلفة تتحرك لذلك المكان أو الموقع الثابت. وأمثلة أخرى على ذلك النوع من التخطيط استخدامة في الانشاءات الثقيلة ، فنجد أن الاشياء التي يتم تشييدها مثل الكباري والسدود ، والطرق والمباني حيث يظل المنتج في مكان واحد أثناء العمليات الانتاجية المختلفة ( Riggs, 1970 ).

واذا نظرنا الى هذا النوع من التخطيط نجد أنه يشتمل على مجموعات موحده من الانشطة ذات الطبيعة غير المتكررة عادة وذات فترة حياة معينة. ونظرا لطبيعة المنتج من حيث الحجم أو الوزن أو الكتلة أو أي عامل آخر يجعل من الصعوبه أو غير المرغوب فية تحريك المنتج .

ومن مزايا هذا النوع من التخطيط هو السماح باستخدام عمال على درجة عالية من الكفاءة والمهارة لاكمال الأجزاء الكبيرة من اجمالي العمل. وهذا يؤدي الى زيادة الاستفادة من مهارتهم وامدادهم ببيئة تعمل على زيادة شعورهم بأهمية

الانجازات التى يحققونها . وهذا الشعور من الصعب تحقيقه نسبيا على خطوط التجميع التى يكون فيها العامل متخصصا ومسئولا عن عملية معينة وصغيرة من اجمالى العمل . وأيضا يحقق هذا النوع من التخطيط المرونة نظرا لامكان تغيير تصميم المنتج وكذا امكانية مواجهة التقلبات فى الطلب . وأيضا عند حدوث أى عطل فى عملية معينة فان ذلك لا يسبب تعطل فى باقى العمليات كما يحدث فى خطوط الانتاج فى حالة التخطيط على أساس المنتج . وأيضا فان ذلك النوع من التخطيط يمكن من تغيير تتابع العمليات وهذا يحدث اذا حدث تأخر فى وصول المواد والأدوات فى الوقت المناسب . ومن الجهة الأخرى ، نجد أن المشكلات التى تنشأ عن ذلك النوع من التخطيط هو عدم امكانية استخدام وسائل الانتاج الضرورية بالشكل المطلوب مما يؤدى الى صعوبة تحقيق انتاج واسع النطاق . ان عدم امكانية تحقيق الانتاج الواسع النطاق يؤدى بدوره الى زيادة تكلفة انتاج أو تجميع السلعة . ويعتبر أيضا نقص المخازن وضيق المساحة من المشاكل ذات الاهمية . مثال على ذلك نجد عند البناء فى المدن أن المناطق مزدحمة . وأيضا نجد أن العبئ الادارى يكون أكبر فى ذلك النوع من التخطيط بالمقارنة بالانواع الاخرى وذلك نظرا لتنوع الانشطة واختلافها وأيضا تنوع المهارات المطلوبة والحاجة الى التنسيق بين الانشطة المتنوعة ، واتساع نطاق الاشراف .

وعموما فان مداولة المواد قد تكون موجوده أو لا فى ذلك النوع من التخطيط . فنجد فى بعض المشاريع أو الحالات فلا يوجد منتج ملموس مثل التصميمات ، نظام المخزون بالكمبيوتر . وعندما يوجد منتج ومواد ، فان مداولة المواد غالبا ما تكون من النوع التجميعى ومتنوعة الممرات ومن النوع العام فى الاستخدام . وبالرغم من ذلك فان المعدات المستخدمة فى المداولة تختلف بعض الشئ باختلاف طبيعة الاعمال . وعموما نجد أن غالبا ما يتم استخدام معدات تتحرك أو عربات ساريخ وحمل للانتقال من والى وحول الاعمال .

وبصرف النظر عن الاسلوب المتبع فى تخطيط وسائل الانتاج نجد أن الآلات قد تأخذ شكل خط مستقيم أو متعرج أو حرف Y أو خط دائرى أو نصف دائرى أو بيضاوى. وهذا يترقف على نوع الآلات وحجمها ، ومساحة البناء ، ووسائل النقل الداخلى المستخدمة داخل المصنع ، وأماكن التخزين وحجم المواد الأولية المستعملة. وليس معنى ذلك أن التخطيط الداخلى للمصنع يقتصر فقط على الآلات وانما يشمل مواقع الصيانة وورش التصليح ومواقع القوى المحركة ومواقع التخزين ومواقع أماكن الراحة ومكاتب الادارة وخلافة والتى سبق شرحها. وعلى أية حال فان الانواع الثلاثة التى تم الاشارة اليها قد يتم استخدامها كل على حدة، أو قد توجد متحدة. ومثال بالتخطيط الداخلى للاسواق ، نجد أن الاساس المستخدم هو التخطيط على أساس العمليات ، ونجد أن معدات مدوالة المواد المستخدمة غالبا من النوع ثابت. الممرات مثل السيور المتحركة المستخدمة فى ممرات السوق ، والسيور المبنية عند خزائن النقود. ومثال آخر فى المستشفيات ، يستخدم الترتيب على أساس العمليات وبالرغم من ذلك فان العناية بالمرضى المتكرر تشتمل على أكثر من مدخل ، كمدخل الموقع الثابت للخدمة ، والذى يوجد ثية الممرضات والاطباء والادوية ومعدات خاصة للعلاج وخلافة.

## خاتمة

فى الختام ينبغى أن ننوه الى أن الترتيب الداخلى يجب أن يتوافق مع امكانيات المنشأة ويساعد على الاستفاده المثلى من تلك الامكانات. وبهذا المعنى، فان ذلك سوف يمكن من سد الهوة بين الجوانب العلميه النظريه للتخطيط الداخلى وبين الاعتبارات العملية لذلك بما يمكن من ترجمة ذلك التخطيط بالواقع العملى بحيث يوصل ذلك الى سد الفراغ الادارى.

وغاية القول أنه اذا تم التخطيط الداخلي على أساس علمي سليم مع مراعاة جميع الجوانب المرتبطة بالتطبيق العملي في اطار احتياجات المنشأه وامكاناتها وظروفها الداخليه والخارجيه فان ذلك سوف يمكن من انخفاض التكاليف وتحسين معنويات ورضاء الأفراد وتحسين الانتاجيه.

ومن هذا المنطلق فان على المنشأه أن تطبق من بين أساليب التخطيط الداخلي ذلك الاسلوب أو الاساليب بما يتوافق مع احتياجاتها وبالطريقه التي تمكن من تعظيم المزايا الناتجه عن اتباع اسلوب أو أكثر من تلك الاساليب بما يمكن من سد الفجوه بين المفاهيم النظريه والتطبيق العملي بحيث ينعكس ذلك على مزيد من النتائج الايجابيه على مستوى المنشأه وأفرادها والاطراف المتعامله معها. وفي سبيل ذلك فانه يجب على المنشأه عدم اغفال المبادئ العامة الآتيه عند التخطيط الداخلي للمصنع : يجب أن تتحرك المواد والمنتجات تحت التشغيل والمنتجات النهائيه أقل مسافة ممكنه ، وأقل وقت وتكلفه ممكنه حيث يراعى التقليل من حركة المواد والمنتجات الى أقل حد ممكن على قدر الامكان ويساعد التخطيط الداخلي الكفء في تحقيق ذلك. كما يجب التقليل أو تجنب اعادة نقل المواد أو المنتجات لان ذلك يؤدي الى زيادة المسافة التي تتحركها المواد أو المنتجات وبالتالي زيادة التكاليف. كما يجب السماح بالمرونه الكافية بحيث يمكن الترتيب الداخلي من الاخذ في الحسبان التغيرات التي قد تحدث في تخطيط المعدات وذلك بما يمكن من الاستفادة المثلى من الانظمه الآليه كالحاسب الآلي والانسان الآلي اذا تطلبت طبيعة العمليات ذلك بأقل التكاليف مع خفض معدل الاضطرابات في العمليات الانتاجيه. كما يجب أن يمكن الترتيب الداخلي من اتباع مدخل الجذب بدلا من مدخل الدفع التقليدي كلما تطلب الامر ذلك وخاصة في حالة تقرير اتباع نظام الانتاج في الوقت المحدد تماما. كما يجب أيضا ان يمكن الترتيب الداخلي من الانسياب الكفء للمعلومات ، والاستفادة المثلى الانظمة والامكانات والمساحات وغير ذلك.

# الفصل الرابع

# مداولة المواد

# مقدمــــــــة

لكي تتم عملية التصنيع لاى منتج ، فانة من الضرورى أن تتحرك المواد من خطوة معينة فى العملية الانتاجية الى خطوة أخرى ، أو أن يقوم العامل نفســة بالحركة الى موضع المواد . وبالطبع فان معظم المنشآت أو الغالبية تقوم بتحريك المواد . فنجد أن حركة المواد من عملية الى أخرى أو من قسم الى آخر تتطلــب قوة بشرية وأيضا مناولة كمية ضخمة من المواد . فقد وجد فى احدى الدراسات أن من كل عشرة عمال يقوم عامل بعملية المناولة ، وفى مصانع معينة وجد أنه يجــب نقل ٥٠ طن من المواد المختلفة لانتاج طن واحد من المنتج النهائى ( Amrine, et. al., 1975).

ان مداولة المواد تعتبر جزءا مكملا للتخطيط الداخلى للمصنع ، كما تعتبــر أيضا عنصرا هاما لعملية التصنيع . وفى المصنع الاتوماتيكى الحديث فان الهــدف الحقيقى هو خفض التكاليف ، فتكاليف انتاج المنتج تتراوح فى الحدود الاتيـــة : ١٠٪ عمالة مباشرة ، ٦٠٪ مواد ، ٣٠٪ نفقات صناعية . ان السبيل الحقيقى لخفــض التكاليف هو خفض النفقات الصناعية ، ولا يتأتى ذلك بأتوماتيكية عمليات التصنيع أو أتوماتيكية مداولة المواد أو تجهيز نظام لرقابة العمليات عن طريق الحاسـب الالى فحسب ، وانما السبيل أيضا لخفض النفقات الصناعية هو تحقيق التكامل بيـن نظام التصنيع الاتوماتيكى ونظام مداولة المواد الاتوماتيكى ونظام رقابة العمليات بالحاسب الآلى الى غير ذلك ( Tompkins, 1985 ).

وفى الوقت الحالى ، فان زيادة النشاط الصناعى تتطلب ادارة على درجة عالية من الكفاءة للقيام بعمليات الاختيار للمعدات وأدوات المداولة المختلفة وهنـــا تظهر أهمية الادارة كعنصر أساسى يساعد على كفاءة نظام مداولة المواد . فكلمـا

حين الاقتصاد كلما زاد الضغط والحاجة الى ادارة المخزون عند أدنى مستوى ممكن ٠ وهنا تظهر الحاجة الى استخدام ادارة المشروع والتي تركز فية المنشأة على الاستفادة من التكنولوجيا المتقدمة في أنظمة مداولة المواد بما يساعد على رقابة المخزون ، وزيادة المخرجات والعمل على الاستفادة الكاملة من التسهيلات لتخفيض التكاليف ، وأيضا تظهر الحاجة الى استخدام ادارة المعلومات وادارة التكنولوجيا وخلافة ( Knill, 1984 )٠

وحاليا ، فان المنشآت تركز وتوجه انتباهها لعملية مداولة المواد وذلك عن طريق تحسين معدات النقل والحركة وطرق وأساليب المناولة ويرجع ذلك الى ارتفاع نسبة تكاليف مناولة المواد في علاقتها بتكاليف المنع ٠ ففي احدى الاستقصاءات وجد أن متوسط تكاليف المناولة بالنسبة للمواد يصل الى ٢٢٪ من تكاليف الصنع ، وفي بعض الاستقصاءات الاخرى وجد أن تكاليف مناولة المواد كان كبيرا الى درجة تتفاوت من ٦٠ الى ٨٠٪ من تكاليف الصنع ٠ وعموما فان تكاليف مناولة المواد تعتبر من أكبر التكاليف في الصناعة ،ويعتمد ذلك على نوع وطبيعة السلعة المنتجة ونوع المنشأة٠ وقد تغيرت النظرة الى مناولة المواد من كونها النقل الروتيني للمواد من مكان الى آخر الى اعتبارها جزءا من النظام الاجمالي لحركة المواد ، إن هذا التغيير قد جاء نتيجة لوجود معدات المناولة الآلية والانظمة المتكاملة للعمليات الاتوماتيكية ، وكذا وجود نظم المعلومات والرقابة الادارية المعقدة٠ ومن خلال تحسين تلك الانظمة ، فان ذلك يساعد على انخفاض في تكاليف الانتاج والتوزيع ، وتوفير في المساحة ، وتحسين عملية الرقابة ، وانخفاض العجز ، وتقليل احتمالات التأخير في الاستلام ، وتحسين الجودة ٠ ( Amrine, et. al., 1975 )٠

وفي هذا الفصل سوف نتناول بعض النقاط الهامة كالاتي: ماهية مداولة المواد والانشطة المرتبطة بها ، ومخاطر عدم الكفاءة في مداولة المواد ، ثم عناصر

ومبادئ نظام المداولة الجيد ، والعوامل المؤثرة فى قرارات المداولة للمواد. وأخيرا ، ايضاحا عن أسباب ظاهرة ارتفاع تكاليف مداولة المواد ومدى الحاجة الى تغيير النظرة التقليدية عن مداولة المواد ، ثم بيان الخطوات الرئيسية التى يجب اتباعها لعلاج مشكلات مداولة المواد والتوصيات اللازمة لذلك الشأن بما يمكن من سد الفجوة بين المفاهيم النظرية لمداولة المواد وبين التطبيق العملى لها.

## تعريف مداولة المواد

يمكن تعريف مداولة المواد بالمعنى الواسع على أنها تشتمل كل حركة المواد فى موقف صناعى معين . وقد تم تعريفها بواسطة قسم مداولة المواد ، والهندسة الميكانيكية للمجتمع الامريكى كالاتى: مداولة المواد هى " علم وفن يشتمل على الحركة والتعبئة والتخزين لاى شكل من أشكال المواد". ويلاحظ أن هذا التعريف يعتبر تعريف شامل الى حد ما ويشتمل على المواد السائلة وشبه السائلة. كما يشتمل على العناصر أو الوحدات المتمايزه أو المنفصله ، ومثالا لتلك العناصر الصناديق أو وحدات المنتجات كالاطارات أو أجهزة الترانزستور (Amrine, et. al., 1975).

ومن هذا نجد أن مداولة المواد لم تعد مجرد نقل المواد ، ففى العصر الحديث أصبح تعريف مداولة المواد أكثر شمولا. ولعل من التعريفات الهامة لمداولة المواد تعريفان ، التعريف الاول يوضح أن مداولة المواد هى استخدام أنسب الطرق للامداد بالمواد المناسبه بالكميات المناسبه فى المكان والوقت الملائمين وفى الصورة (الهيئة) الملائمة وفى أنسب الاحوال (الظروف) وبأنسب التكاليف . أما التعريف الثانى فيعنى بعدا شموليا أكبر حيث يوضح أن مداولة المواد هى "الحركة

وتخزين ورقابة المواد " مع تركيز أكبر على رقابة المواد مستخدمين في ذلك أفضل نظم المعلومات الادارية ( White & Apple, 1985 ). وعلى ذلك فانه يمكننا تعريف مداولة المواد على أنها " نظام من الانشطة التي يتم من خلالها حركة وتدفق وتخزين ورقابة المواد من أجل تحقيق أهداف معينة بكفاءة وبفاعلية ، وآخذين في الحسبان الظروف البيئية والمتغيرات الموقفية الداخلية المحيطة ". وسوف نقتصر هنا على حركة المواد داخل المصنع وعند استلامها وأيضا الحركة في مساحات التخزين أما بالنسبة للنقل بين المصانع فانه يتم بطريقة تامة ، فهو مشكلة تتعلق بطبيعة المواصلات الخارجية بين المصانع ويتم تحليلة بواسطة أقسام منفصلة للنقل.

## الانشطة المرتبطة بمداولة المواد

ان مداولة المواد أثناء الانتاج يمكن أن تشتمل على موضوعات عديدة ، وبما أن مداولة المواد للانتاج تتضمن وجود المواد بين مرحلتي البدء والانتهاء من الانتاج فانها ترتبط بالانشطة الاتية: الاستلام ، تخزين المواد ، التصنيع والتجميع ، تخزين المنتج النهائي ، والشحن ( Webester, 1981 ).

## الاستلام

يتضمن استلام المواد معظم ان لم يكن كل أنشطة المداولة التالية: تفريغ الحمولة ، الفحص والصيانة ، مناولة اضافية أثناء عمليات الصيانة ، التحميل ، النقل الى مكان التخزين.

ان معظم المصانع تتسلم بالطبع شحنات عديدة من المواد وتكون مختلفة من حيث الاشكال والاحجام والكميات والعبوات ومن جهات مختلفة. ولذا فان عملية التفريغ

تتطلب التحديد في الكثير من معدات وطرق المداولة. ومن الافكار التى تستخدم غالبا لزيادة كفاءة المداولة في استلام المواد تلك الافكار المتعلقة بالعمل مع الموردين من أجل الامداد بعبوات موحدة مع فصل العبوات الاقل والاكبر بحيث يمكن استخدام معدات واجراءات خاصة بها . هذه الافكار تمكن ، بالاضافة الى نظام التسجيل الآلي الذي يمكن من استلام ومداولة أسرع وأكفأ للمواد .

## تخــزين الـمــواد

ان عمليات التخزين تتضمن غالبا أنشطة المداولة الاتية: (١) استلام المواد وتسجيل معلومات التعريف بها ، (٢) تحديد مواقع التخزين ، (٣) تفريغ المواد في نوع معين من معدات مناولة المخزون ، (٤) نقل المواد الى مواقع المخزون ، (٥) وضع وتفريغ المواد في مواقع التخزين ، (٦) اختيار والتقاط المواد من مواقع التخزين ، (٧) تحميل المواد في احدى معدات نقل المخزون ، (٨) نقل المواد الى مكان التجميع ، (٩) تفريغ المواد في مكان التجميع .

ونجد أنه وفقا لنوع الصناعة فان بعض هذه الانشطة يمكن أن يلغى أو يندمج ويوجد بمعظم المنشآت الصناعية تسهيلات عديدة للتخزين . وعموما فان أنشطة التخزين ترتبط ارتباطا وثيقا بأنشطة المداولة الاتوماتيكية. وفي كثير من الاحوال فانه لاغراض التخزين بأحجام كبيرة أو لاغراض الرقابة ، قد يتطلب الامر نظم معقدة من حيث التخزين والمناولة الاتوماتيكية.

## التصنيـع والتجـميع

تتكون وظيفة التصنيع والتجميع من عمليات تحويل المواد والاجزاء المشتراه الى واحد أو أكثر من المنتجات المحددة. وتشتمل عمليات مداولة المواد في هذا الخصوص على الاتى: (١) نقل المواد الى الآلة ، (٢) تفريغ ووضع وتوزيع المواد

على اماكن العمل ، (٣) وضع المواد جانبا بعد الانتهاء من أحد العمليات ، (٤) تغيير الحمولة لتلائم العملية التالية ، (٥) نقل المواد من وإلى المكان المتوسط للتخزين ، (٦) تكرار تلك الخطوات كلما تطلب التصنيع ذلك ، (٧) تعبئة المنتج النهائى ، (٨) نقل المنتجات الى مكان التخزين .

ويجب أن نلاحظ أن وظيفة التصنيع والتجميع تعتبر من الوظائف الصعبة ، ولذلك فان النظام يجب أن يصمم بدرجة كافية من المرونه بما يسمح بمواجهة التنوع والتغيير فى أنواع واحجام واشكال المواد أثناء عمليات الانتاج وهذا يتطلب امكانية اجراء التغيير فى طرق وأساليب المداولة كلما تطلب الامر ذلك . ويترتب علية ضرورة التنسيق بين طرق المناولة المختلفة ، حيث تعتبر هذه من المشاكل الرئيسية التى تواجه الادارة . كما يجب ألا يقلل من أهمية تصميم نظام المداولة وكذا يجب ألا يبالغ فيه حيث أنه فى الحالة الاولى قد يؤدى ذلك الى حدوث اختناقات الانتاج وفى الحالة الثانية قد يؤدى ذلك الى لا مركزية (محلية) التخزين والمداولة . واعتمادا على حجم الانتاج وما يتضمنه من عمليات فان الانواع الاساسية للمداولة يتم اختيارها على ضوء ذلك بحيث تسمح بتنوع فى أدوات وامكانيات وممرات المداولة بما يتلاءم مع نظام الانتاج المستخدم .

## تخزين المنتج النهائى والشحن

وبانتهاء عمليات الانتاج فان وظائف تخزين المنتج النهائى والشحن تكون ضرورية لتحويل المنتجات من مواقع الانتاج الى مواقع التخزين ومنها إلى المستهلك ويتضمن ذلك عمليات المناولة الاتية :

(١) اختيار المنتجات وتحريكها من مواقع التخزين .
(٢) شحن المنتجات فى معدات المناولة .
(٣) نقل المنتجات الى منطقة التجميع .
(٤) تفريغ المنتجات فى منطقة التجميع .

(٥) تجميع أو ادماج الوحدات المتشابهه فى شحنه واحده اذا تطلب الامر ذلك •
(٦) التعبئة والتغليف للمنتجات عند الضرورة•
(٧) اعداد المنتجات فى مواقع الشاحنات فى حالة الضرورة•
(٨) رفع المنتجات فى الشاحنات التى تستخدم من أجل الشحن الى المستهلك •
(٩) تفريغ المنتجات فى عربات أو مخازن التسويق •

وبما أن الشحن يعتبر الوجه الآخر من العملة بالنسبة للاستلام فان ما تـم الاشارة اليه سابقا من مناقشة بخصوص الاستلام ينطبق أيضا على الشحن • وعلى أية حال ، فانه بالنسبة لعملية الشحن يكون عدد المنتجات التى تشحن أقل عموما من عدد المواد التي تنقل فى حالة الاستلام وهذا يمكن من اتمام عمليات المداولـة فى حالة الشحن اوتوماتيكيا باستخدام المعدات الآلية بدرجة أكبر عنه فى الاستلام•

## مخاطر عدم الكفاءة فى مداولة المواد

ان أحد المداخل التي قد تستخدم للتأكيد على أهمية مداولة المواد هـو فحص بعض المخاطر المرتبطة بعدم كفاءة مداولة المواد •ويوجد العديد من تلـك المخاطر التى تؤثر على المنشآت بدرجات متفاوتة وفقا لطبيعة ونوع وظروف كـل منشأه ومن بين تلك المخاطر الآتى ( Hopeman, 1976 ):

(١) الوقت الضائع لمعدات النقل حيث تبقى وسيلة النقل عاطلة نتيجة حدوث وقت ضائع عند الشحن أو التفريغ اليدوى لاسباب قد تتعلق بمدى السرعة أو بمدى توفر الايدى العاملة لذلك •

(٢) بقاء آلات الانتاج عاطلة نتيجة تأخر أو بطء وصول المواد للآلة مما يؤدى الى عدم سرعة دوران المواد والى الاسراف وعدم الكفاءة فى الانتاج نتيجة الوقت الضائع للالة والمنتجين الذين يعملون عليها•

(٣) أيضا يوجد مخاطر متعددة بالنسبة لعدم الكفاءة فى مداولة المواد بعضهـا يؤثر على منشأة أكثر من أخرى• وعلى سبيل المثال بالنسبة لمنشآت النقـل بالسكك الحديدية قد تواجه مخاطر دفع غرامات نتيجة عدم شحن أو عدم تفريـغ العربات خلال فترة زمنية محددة•

(٤) عدم نقل المخرجات بسرعة من أماكن الانتاج مما يؤدى الى توقف الآلات الـى حين تصريف المتراكم أمامها•

(٥) عدم توافر قطع الغيار مما يؤدى فى بعض الاحيان الى أن يطلب العامل كميات كبيرة منها. ويسبب ذلك تعطل الانتاج فى الحالة الاولى والاسراف فى الحالة الثانية.

(٦) نقل المواد بطريقة سيئة مما يؤدى الى اتلافها وأيضا يؤدى الى خلل فى برامج وجداول الانتاج.

(٧) نقل المنتج النهائى بطريقة سيئة ومن وجهة نظر التسويق فان ذلك يعنى عدم رضاء من جانب المستهلكين النهائيين ، وقد ينتهى الامر بالغاء الطلبية أو فقد العملاء.

(٨) عدم فحص المواد بطريقة سليمة مما يؤدى الى وقوع حوادث للعاملين أو حصول ضرر لهم أو مخاطر تتعلق بعدم وضع علامات على المواد اذا كانت مواد خطرة مثل المواد الكاوية أو الحارقة أو القابلة للاشتعال.

(٩) ارتفاع تكلفة مداولة المواد ، فارتفاع التكلفة الى درجة كبيرة يمثل خطورة فى حد ذاته.

ومن ذلك نجد أن عدم الكفاءة يؤثر على العامل داخل المصنع وعلى طبيعة سير العمل وعلى العملاء وعلى المستهلكين وعلى المشروع ككل بل وفى النهاية على المجتمع بأسره.

## عناصر ومبادئ مداولة المواد

يعتبر نظام مداولة المواد من العناصر الحيوية فى المصانع الحديثة المجهزة اتوماتيكيا ، حيث أن الامر فى تلك المصانع يتطلب حركة سريعة للمواد الداخلة فى الانتاج. ولذلك فانه يجب تصميم نظام المداولة بحيث يؤدى الى تقليل المخزون الى أقل قدر ممكن وبحيث يؤدى الى زيادة منفعة الاصول المستخدمة بالنظام. ان عدة عوامل يجب أن تؤخذ فى الحسبان من أجل تقييم كفاءة نظام المداولة فى المصانع الحديثة (الاتوماتيكية) على وجه الخصوص حتى يمكن تحقيق الضمانات اللازمة لتهيئة وتطوير نظام فعال للمداولة بتلك المصانع ، ومن أهم تلك العوامل الاتى ( Tompkins & Smith, 1983 ):

(١) أن يساعد نظام المداولة على تحقيق عائد استثمار مرتفع من وراء استخدام الالات والمعدات الاتوماتيكية.

(٢) أن يتوافر لنظام المداولة عنصر المرونه.

(٣) أن يمكن نظام المداولة الاتوماتيكي من توفير المعدات التى تعمر لفترة طويلة.

(٤) أن تتسم أجهزة المداولة الاتوماتيكية بالتوافق داخل نظام المداولة وأن يتسم نظام المداولة بالتوافق مع الانظمة الفرعية الاخرى والنظام الكلى بالمنشأة.

(٥) أن يتوافر بنظام المداولة الاتوماتيكى عنصر الامان.

## عناصر نظام المداولة الجيدة

وعموما يجب مرعاة عدة عناصر في نظام المداولة الجيد ومن بينها الاتى ( Glenney, 1981 ):

تصميم التسهيلات. يجب تصميم التسهيلات بحيث تمكن من الوفاء بالاحتياجات وبما يمكن من اجراء التغيير فيها أو احلال بعض اجزاءها اذا تطلب الامر ذلك، وذلك بأقل قدر ممكن من التعطيل للنظام وبما يمكن من تحقيق المرونة والاقتصاد فى تكلفة اتخاذ القرارات.

ايجاد الحلول لمشاكل مداولة المواد. وهذا يتأتى فى بادئ الأمر برنامج كفاءة مهندسوا ورجال مداولة المواد باعتبارهم اداة التغيير وكذا بخلق نظام فعال للمعلومات، ثم وضع خطط تكتيكية لمداولة المواد بحيث توضح المسار الافضل للمواد وتمكن من الاستخدام الافضل للتسهيلات، مستعينين فى ذلك بالحاسب الالى فى اجراء التحليلات اللازمة. ومن البرامج المستخدمة فى ذلك برنامج يعرف بكرافت " CRAFT " وبرنامج آخر يعرف بكورلاب " CORLAP "(Rickles & Elliott, 1985).

ان مداولة المواد تعتبر فن الى حد ما وهذا يتطلب خبرة فى التعامل مع المواقف الحقيقية، مما يستدعى توافر مهنيين وخبراء مدربين تدريبا عاليا فى

هذا المجال • وبزيادة وتعقد مكونات نظام المناولة وزيادة تكلفتها تزداد أهمية اختيار المعدات التي تتفق وخطة التسهيلات طويلة الاجل • وعموما فان نظام المداولة المتكامل يمكن من تحقيق الاتي :

(١) تخفيض التكاليف الأولية للمباني •
(٢) تخفيض تكاليف الانشاء •
(٣) تخفيض الإستثمارات المحتملة في المستقبل •
(٤) زيادة كفاءة استخدام المساحة والعمر الزمني للمباني •
(٥) تخفيض استهلاك الطاقة •
(٦) زيادة راحة وكفاءة ورضاء أفراد المداولة •
(٧) الاستفادة من وحدات الانتاج المستقله (غير المرتبطة) في الاستخدام
(٨) زيادة سرعة قنوات التوزيع للامداد بالمواد اللازمة •
(٩) استخدام شاحنات حديثة في التخزين والمناولة •
(١٠) تخفيض وقت المناولة والرقابة •

<u>الوفاء بمتطلبات التخزين</u> • ان الرقابة الكاملة والدقيقه للمخزون تتطلب وجود نظام فعال للمداولة بما يضمن الحركة المستمرة للمواد اعتبارا من الاستلام الى الشحن • ولذلك فان تحقيق التكامل بين نظام المداولة ونظام المخزون يعتبر في غاية الاهمية للمصنع • الا أن ضمان الحركة المستمرة للمواد لا يعتبر شيئا سهلا ، ولذلك فان الامر يستدعي تحقيق التوازن بين متطلبات التخزين وبين مدى امكانية تدفق المواد بصورة مستمرة من خلال نظام المداولة •

## المبادئ المرتبطه بمداولة المواد

عموما فان مشاكل مداولة المواد تختلف من منشأة الى أخرى ، ولكن هناك عدة مبادئ تساعد في حل هذه المشاكل نذكر منها الاتي ( Hopeman, 1976 ):

(١) أن يتم نقل المواد من خلال أقصر طريق ممكن حيث يؤدى ذلك الى إنخفاض الوقت والتكاليف •
(٢) اختصار وقت النقل الى أقل حد ممكن •
(٣) تجنب الحمولات غير الكاملة على قدر الامكان •
(٤) تجنب المناولة اليدوية متى توافرت المناولة الآلية •

(٥) استغلال وسيلة النقل أثناء الذهاب والعودة كلما أمكن .
(٦) نقل العوادم بطريقة غير مكلفة .
(٧) استخدام خط الانتاج المستقيم كلما أمكن ، حيث يؤدى ذلك الى خفض تكلفة نقل المواد .
(٨) استخدام نظام تعبئة الوحدات المتشابهة فى روزم أو بالات كبيرة بما يمكن من خفض تكلفة المناولة .
(٩) وضع علامات مميزة وواضحة على المواد حتى يمكن تمييزها والفصل بينها بما يمكن من تلافى تداخلها أو اختلاطها أو وضعها فى مكان غير مناسب . هذا بالاضافة الى انه يوجد العديد من المبادئ التى يجب مراعاتها عند تصميم مكان العمل بما يمكن من تحقيق المناولة الفعالة سواء كانت المناولة يدوية أو اتوماتيكية ( Lane, 1981 ):

(١) امداد العمليات بكميات منتظمة من المواد أو الأجزاء ، حيث أن الامداد المنتظم يقلل من تأخر عامل الانتاج أو تعطل الالة . وذلك باستثناء بعض الحالات التى تكون فيها المنتجات ذات حجم كبير أو عالية القيمة حيث تؤخذ تكلفة التخزين والمساحة فى الحسبان .

(٢) انشاء مواقع ثابته ومحددة للتخزين بحيث تمكن من الأستخدام الامثل للرافعات ومعدات المناولة .

(٣) اختيار مواقع التخزين بالقرب من مواقع عمليات الانتاج وذلك لتقليل عمليات ومعدات المناولة وكذا الوقت والجهد وتكلفة المناولة قدر الامكان .

(٤) تسليم ووضع المخزون بطريقة ملائمة للمناولة وبارتفاع ملائم لهذا الغرض وذلك لتقليل الحركة والزمن ومعدل الجهد المبذول فى عمليات المناولة .

(٥) تسليم ووضع المخزون فى اماكن معدة مسبقا ومعروفة وذلك لتقليل الوقت والجهد واحتمالات التلف ولتسهيل عملية الرقابة .

## العوامل المؤثرة على قرارات مداولة المواد

يوجد العديد من العوامل التى تؤثر فى قرارات مداولة المواد ومن أهمها ما يلى ( Hopeman, 1976 ):

### نوع نظام الانتاج

يعتبر نظام الانتاج المستمر ونظام الانتاج المتقطع من أهم أنظمة الانتاج

استخداما . ويستخدم نظام الانتاج المتقطع فى حالة وجود طلبيات متنوعة مطلوب انجازها على آلات متنوعة وفى أماكن مختلفة ، حيث يتم الانتاج بكميات قليلة عادة بناء على الطلبات التى ترد من العملاء أحيانا أو بناء على دراسة السوق ومعرفة رغبات المستهلكين احيانا أخرى . وهنا يتطلب الامر مرونة كبيرة فى طرق مداولة المواد لنقل المواد من ممرات انتاج متعددة . أما فى نظام الانتاج المستمر فيمكن استخدام النقل الالى نظرا لوجود خط الانتاج الثابت عموما .

## نوع المنتجات التى يتم مداولتها

تختلف وسيلة المداولة حسب نوع المنتج وطبيعة المواد وحجمها ووزنها وشكلها . فالمنتجات السائلة يتم مداولتها داخل المصنع بطرق خاصة كالانابيب ، بينما يتم نقل المعلبات والعبوات بطرق أخرى كالشاحنات مثلا .

## نوع المبانى التى يتم بداخلها مداولة المواد

تختلف وسائل مداولة المواد المستخدمة بالمبانى ذات الطابق الواحد عن تلك التى تستخدم فى حالة المبانى ذات الطوابق المتعددة . ففى الاولى يتم استخدام عربات الرفع المتحركة بينما يضاف اليها فى الاخيرة استخدام المصاعد الكهربائية .

كما نجد أيضا أن موقع المبنى بالنسبة لمصادر توافر المواد ، وكذا نوع التجهيزات بداخلة تعتبر من الاعتبارات التى تؤثر على قرارات مداولة المواد . فقد تمنع ارتفاعات السقف واحجام الابواب من تركيب كوبرى علوى متحرك أو استخدام معدات نقل كبيرة على سبيل المثال .

## المساحة المتوفره

يجب مراعاة مقدار ونوع المساحة المتوفرة فى المصنع عند اختيار معدات مداولة المواد ، واذا تبين أن مساحة الارض محدودة وأن المساحة العلوية متوفرة فيجب استخدام معدات لا تتطلب استخدام الارضية ، أما اذا كان السقف من النوع المنخفض فان المعدات العالية تمنع استخدام المساحة العلوية فى مناطق معينة وأيضا يجب مراعاة اذا كانت تلك المعدات سوف تستخدم باستمرار أم لفترات محدودة فقط .

## نوع النقل الداخلى الذى ستستعمل له الوسيله .

ان النقل الداخلى يبدأ من وقت وصول المواد الخام الى المصنع حيث يجب تفريغها من السيارات ونقلها الى المخازن ثم تنقل عند الحاجه من المخازن الى مراكز الانتاج ، واثناء الانتاج تنقل بين العمليات المختلفة ومن قسم لاخر حتى يتم صنعها ، وبعد الصنع تنقل الى المخازن حتى يتم توزيعها ، أو يتم توزيعها مباشرة الى العملاء والموزعين ، وطبقا لذلك فان وسيلة النقل والمداولة تختلف طبقا لتلك العمليات . ونجد أن وسيلة النقل الجيده هى التى توفر أكبر قدر ممكن من الوقت الذى يستغرقة النقل ، وهى التى توفر أكثر ما يمكن من النفقات وتقلل من الحوادث وأخطار النقل الداخلى وبذلك تنخفض التكاليف الكلية للنقل الداخلى . ونجد أن نفقات النقل الداخلى تشمل أجور عمال النقل واستهلاك المعدات وأيضا مصروفات القوة المحركة اللازمة لتلك الادوات والمعدات وتلك النفقات تتأثر بدرجة كبيرة بنوع وسائل النقل المستخدمة .

## أدوات مـداولة الـمـــــواد

يختلف قرار مداولة المواد وفقا لتكلفة الادوات المختلفة التي يمكـــــن استخدامها في مداولة المواد ، ووفقا لامكانيات المنشأة المادية على ضـــوء التكاليف المتوقعه • ويمكن استخدام الوسائل والاساليب الملائمة للمداولة مـــن تحقيق الاتـــــي:

(١) يساعد استخدام وسائل مداولة جيدة وصيانتها باستمرار على تخفيـــــض تكاليف المداولة للمواد •

(٢) يقلل استخدام الوسائل الالية لمداولة المواد من الاعمال اليدويـــــة المطلوبة وبذلك ينخفض معدل الحوادث وما يترتب على ذلك من قلة التعويضــــات وانخفاض التكاليف •

(٣) يساعد استخدام الآلات في المداولة على التقليل من المشقة والاجهاد بين العاملين ورفع معنوياتهم وبالتالي تحسين انتاجيتهم •

(٤) يساعد استخدام اسلوب المداولة المناسب في تخفيض الوقت اللازم لعملية المداولة ونقل المواد وبالتالي يستغل الوقت الضائع في المداولة لزيــــــادة الانتاجية •

(٥) يترتب على استخدام الوسائل الجيدة لمداولة المواد وما تقترن به مـن تجهيزات آلية التخفيض في التكاليف النهائية للمنتجات التامة الصنع وذلـــــك بسبب الوفر في الزمن والمجهود المنصرف في عمليات مناولة المواد •

وهنا يجب ملاحظة أن مجرد وجود وسائل آلية ونظام سليم للمداولة لا يكفـــي لتحقيق هذه الفوائد اذا لم يتم التنسيق والتعاون مع باقي الاعمال وهي :

التخطيط الداخلي للمصنع • حيث يجب أن يتم بطريقة سليمة لتغطية احتياجات المصنع وتقليل التأخيرات وتقصير جميع مسافات النقل والا فإن طريقة المداولـــة السليمة لا تجدي •

الطريقة التي تتم بها تغليف المواد • ان الطريقة التى تتم بها تغليف المواد تتيح الفرصة لتسهيل عملية المناولة وبالتالي يجب مراعاة ملاءمـــــة

التغليف للوسائل التى سوف تتم بها المداولة حتى تسهل عملية المداولة والنقل ووضع الاشياء فى المكان المخصص لها٠

موقع المصنع ٠ حيث يجب مراعاة أن يكون الموقع قريبا من محطات السكك الحديدية أو طرق النقل البحرية. فهذا يساعد على تسهيل عملية مداولة المواد من محطات السكك الحديدية أو الموانى الى المصنع ٠

تصميم السلعة٠ يجب مراعاة التصميم بطريقة تساعد على مداولتها وذلك بتغيير الشكل أو ادماج بعض الاجزاء أو القطع فى بعضها البعض حتى يمكن توفير زمن التجميع والمداولة ٠

تخطيط الانتاج ٠ حيث يجب أن يراعى ضرورة تكامل التخطيط للانتاج مع مداولة المواد ٠ ويظهر أثر ذلك بوضوح حين يتم تحسين تتابع العمليات الالية لمداولة المواد واختصار زمن المداولة نتيجة تخطيط الانتاج بما يمكن من تقارب العمليات من بعضها البعض ٠

## خاتمة ومدخل تحليلى
## (نموذج الخطة العاملة لنظام مداولة المواد)

ان رجال الاعمال فى حاجة الى أن ينظروا الى مداولة المواد نظرة سليمة، ففى اذهان البعض منهم لا تعدوا عملية مداولة المواد عن بضعة أدوات للمداولة وما شابة ذلك٠ وفى كثير من المنظمات يعتقد رجال الاعمال أنه بتطويرهم لطرق تمكنهم من استخدام الرافعات الاتوماتيكية ، فانهم بذلك يكونون قد توصلوا الى حل لمشاكل المداولة التى تواجههم ٠ وذلك دون الاخذ فى الاعتبار عند اجراء أى عملية تغيير لنظام المداولة القيود المختلفة المتعلقة بالوقت ورأس المال والتكاليف والاتجاهات وخلافة ( Webester, 1983 )٠ ولذلك فانه يجب أن يتم الحصول على معلومات كاملة بخصوص التغيير وكذا اجراء تحليلات وافية لتلك المعلومات وما يتضمن ذلك من مشكلات مرتبطة بالتنفيذ وكذا التنسيق بين نظام

مـداولة المواد والانظمة الاخرى وبخاصة نظام العمليات ونظام رقابة العمليات الصناعية المختلفة بحيث يمكن ذلك من سد الفجوة بين المفاهيم النظرية لمداولة المواد وبين التطبيق العملى لتلك المفاهيم .

ان النظرة التقليدية لمداولة المواد أصبحت الان غير متوافقه حيث أن نظام تدفق مداولة المواد المتكامل والجيد الذى يأخذ فى الحسبان المعلومات الوافية والمشكلات المرتبطة بالتنفيذ أصبح ضرورة حتمية لسد الفجوة بين مفاهيم مداولة المواد وبين التطبيق العملى لها من أجل نجاح النظم الصناعية للانتاج . ويتضح ذلك من مقارنة اليابان بأمريكا وأوروبا حيث نجد أن اليابان قامت بتبسيط المنتجات الجيدة وعدد الدوريات المرتبطة بها، ومن ثم فقد احتفظت بنظم للمداولة مبنية على متطلبات بسيطة مستخدمة المعدات الاتوماتيكية وفقا للحاجه وبناء على دراسات وخطط دقيقه . وبالمقارنة نجد أن أوروبا وأمريكا استجابت للعروض الموجوده بالاسواق عن المعدات الاتوماتيكية مما يجعل منشآتها تندفع فى شراء المعدات الاتوماتيكية للمداولة وما ترتب على ذلك من تكاليف باهظة ومن ثم فان العائد مقارنا بالتكاليف كان منخفضا جدا بالمقارنة باليابان ( Duncan, 1984 ).

واذا نظرنا الى الكثير من المنشآت نجد أن مشكلة تدفق المواد تعتبر أكثر خطورة من مشكلات الانتاج ذاتها فى بعض الاوقات والدليل على ذلك هو ارتفاع تكلفة تدفق ومداولة المواد بالمقارنة بتكلفة الانتاج . والمشكلة تكمن فى أن التكاليف الكلية لتدفق ومداولة المواد بالمقارنة تكون غير معروفة بدقة لانها تكون متفرقه وسط الحسابات فى النظام المحاسبى وتبدو موزعة بين التكاليف المباشرة . ففى احدى الاحصائيات لعدد (٢٦) شركة أجنبية وجد أن تكاليف تدفق ومداولة المواد أكبر من التكاليف المستثمرة فى البضاعة الجاهزة وفى البضاعة تحت الصنع . ووجد فى بعض الاحصائيات أن نسبة تكاليف تدفق ومداولة المواد الى التكاليف المباشرة

تعادل ٤٫٣٥ ،وبالمقارنة وجد أن تكلفة التخزين الي التكاليف المباشرة تعادل ٣٫٨٠ . وفى احصائيات أخرى وجد أن تكلفة المداولة أثناء المنع تعادل ٤٥٪ أو أكثر من تكلفة الانتاج ( Williams, 1981 ).

والسؤال الان هو لماذا هذه التكلفة المرتفعة لمداولة المواد ؟ والاجابة تكمن أولا وأساسا فى المساحة المخصصة من مبنى المصنع لمداولة المواد ، حيث أن مساحة كبيرة من المصنع قد تخصص لمداولة المواد وتكون أقل مساحات المصنع استخداما . لقد وجد فى كثير من الاحصائيات أن تكلفة المساحة المخصصة لمناولة المواد تعادل ٤٧٪ تقريبا من تكلفة مداولة المواد. كما وجد أن متوسط المساحة المخصصة للمداولة والتخزين تكون أكبر من متوسط المساحة المخصصة للانتاج حيث وجد فى بعض الاحصائيات أن متوسط المساحة المخصصة للمداولة والتخزين تعادل ٤٨٪ بينما متوسط المساحة المخصصة للانتاج تعادل ٤٤٪ من المساحة الكلية. وقد وجد أيضا أن حوالى ٥٠٪ من الشركات لا تستفيد من المساحة المخصصة للمداولة استفادة مثلى آخذين فى الحسبان طول وعرض وارتفاع المساحة المخصصة للمداولة.

أما العنصر التالى فى الاهمية بخصوص تكلفة مداولة المواد هو عنصر تكلفة العمل حيث وجد أنه يعادل ٤٣٪ من تكلفة تدفق مداولة المواد ، كما وجد أن تكلفة العمل للمداولة يمثل ١٣٫٣٪ من التكلفة الكلية للعمل . ويجب أن نلاحظ أن هــذة النسب تتفاوت من دولة لاخرى.كما أن درجة استخدام الاجهزة الاتوماتيكية فـــى المداولة تتفاوت من دولة الي أخرى ، فبينما بلغ الناتج القومي فى ألمانيـــا الغربيه فى سنة ما ضعف الناتج القومى لانجلترا .فان استخدام الاجهزة والادوات الاتوماتيكية يعتبر متماثل تقريبا فى كلتا الدولتين ، ويرجع السبب فى ذلــك الى ارتفاع تكاليف المداولة بانجلترا نتيجة سوء استخدام مساحة التخزين ونتيجة زيادة تكلفة العمالة المستخدمة فى المناولة عموما ( Glenney, 1981 & Williams , 1981 ).

ان علاج مشاكل المداولة يجب أن يتم أساسا من خلال خطوتين رئيسيتين : الخطوة الاولى وهى بالتركيز على كل قسم من الاقسام ودراسة مشاكلة دراسة مستفيضة مع مراعاة اعطاء اهتمام أكثر لاقسام الانتاج حيث أن تكاليف المداولة باقسام الانتاج تكون أكبر بدرجة ملحوظة عنه فى الاقسام الاخرى يليها أقسام استلام وتخزين المواد وأقسام شراء الاجزاء وقطع الغيار اللازمة للانتاج ، أما الخطوة الثانية فهى بدراسة مشاكل وتكاليف المداولة على مستوى النظام ككل بحيث يتم الربط بين الخطوات التى تتخذ بكل قسم ومصلحة النظام ككل بما يمكن من سد الفجوة بين المفاهيم النظرية للمداولة وبين التطبيق العلمى لها على مستوى المنشأة ككل ، وسوف نشير الى المسببات الاساسية التى قد تسبب فى خلق العديد من مشكلات مداولة المواد ، مع ابداء التوصيات اللازمة بذلك الخصوص ، إن المتطلع الى دراسة وتقييم مداولة المواد بمنشآت الاعمال يجد أن هناك العديد من أوجه القصور وعدم الكفاءة فى التخطيط والتنفيذ والمتعلقة بأنظمة مداولة المواد فى العديد من المنشآت مما يسبب حدوث فجوة بين المفاهيم العلمية لمداولة المواد وبين التطبيق العملى لها ويرجع ذلك الى واحد أو أكثر من الاسباب التاليه :

أولا: نقص الامكانيات اللازمة لمداولة المواد بكفاءة سواء كان ذلك متعلقا بالامكانيات المادية والمرتبطة بوسائل وأساليب وطرق مداولة المواد أو المهارات البشرية المرتبطة بالخبراء والفنيين والافراد المدربين واللازمين للقيام بالاعباء الادارية الفنية والتنفيذية المرتبطة بمداولة المواد.

ثانيا: المغالاة فى استخدام أو عدم استخدام وسائل المداولة الاتوماتيكية دون مبرر أو تخطيط مسبق لذلك مما يترتب علية ارتفاع تكاليف المداولة بسبب زيادة تكاليف المعدات الاتوماتيكية الاضافية والتى لا تتطلبها حاجة ملحة كما فى الحالة الاولى أو ارتفاع تكاليف المداولة بسبب عدم كفاءة مداولة المواد نتيجة

المعدات الاتوماتيكية اللازمة كما فى الحالة الثانية.

ثالثا: عدم مراعاة المبادئ الاساسية فى تصميم مكان العمل وفى التخطيط الداخلى للمصنع بما يتلاءم مع وجود نظام فعال لمداولة المواد .

رابعا: عدم التنسيق بين المتغيرات المرتبطة والمؤثرة على نظام المداولة وبعضها البعض وبينها وبين المتغيرات الاساسية لنظام المداولة مما يترتب علية عدم مراعاة أثر أحد أو كل المتغيرات المرتبطة المؤثرة على فاعلية نظام مداولة المواد مثل :

- (١) تخطيط موقع المصنع
- (٢) تخطيط الانتاج .
- (٣) نوع نظام الانتاج
- (٤) نوع المنتجات والمواد التى يتم مداولتها .
- (٥) نوع المبانى .
- (٦) المساحة المتوفرة للمداولة.
- (٧) نوع النقل الداخلى .
- (٨) طرق التغليف.
- (٩) تصميم السلعة وغلافه.

خامسا: عدم توفير نظام فعال للمعلومات يمكن من فرز وتبويب وتفريغ وتحليل المعلومات الضرورية لوضع وتنفيذ خطط فعالة للانظمة الفرعية والنظام الشامل لمداولة المواد بالمنشأة. وعدم استخدام الحاسب الآلى اذا تطلبت الضرورة ذلك.

سادسا: اهمال الدراسات والبحوث التى تمكن من خلق نظام فعال لمداولة المواد. والتى تمكن أيضا من حل المشكلات التى تطرأ أثناء تنفيذ مهام مداولة المواد سواء كان ذلك على مستوى الانظمة الفرعية لمداولة المواد أو على مستوى نظام المداولة الشامل بالمنشأة.

سابعا: عدم تصميم خطط فعالة لمداولة المواد على مستوى الانظمة الفرعية بالمنشأة متضمنا ذلك أهداف واضحة ومحدده وسياسات شاملة ودقيقة ومرنة وموصلة للاهداف واجراءات بسيطة وواضحة وبرامج زمنية دقيقة لمداولة المواد.

ثامنا: عدم التنسيق بين خطط الانظمة الفرعية لمداولة المواد بحيث يضمن

ذلك حلق نظام شامل وفعال للمداولة على مستوى المنشأه.

تاسعا: تركيز الاهتمام على تخطيط وتنفيذ مهام مداولة المواد في الانظمة الفرعية بالمنشأه كنظام الانتاج أو التخزين بدرجة أكبر منه في الانظمة الاخرى بالمنشأه مع حاجة الانظمة الاخرى لنفس التركيز عند تخطيط وتنفيذ مهام مداولة المواد بها.

عاشرا: اغفال المبادئ الاساسية المرتبطة بنظام مداولة المواد على مستوى المنشأة.

حادي عشر: اغفال المتابعة الدقيقة لتنفيذ مهام مداولة المواد، وعدم الاستفادة المثلى من المعلومات الراجعة (والناتجه عن المتابعة) في اعادة تصميم خطط الانظمة الفرعية والنظام الشامل لمداولة المواد.

ومن ثم فاننا نوصي فيما يرتبط بايجاد أنظمة فعالة لمداولة المواد بالاتي:

(١) توفير الامكانيات المادية والبشرية الضرورية لايجاد أنظمة فعالة لمداولة المواد.

(٢) استخدام وسائل المداولة الاتوماتيكية تبعا للحاجه ووفقا لخطة مدروسة، وتجنب المغالاة أو عدم المغالاة في استخدام وسائل المداولة الاتوماتيكية.

(٣) مراعاة المبادئ الاساسية في تصميم مكان العمل وفي التخطيط الداخلي للمصنع بحيث يمكن ذلك من توفير الفعالية لنظام مداولة المواد.

(٤) مراعاة أثر المتغيرات المرتبطة بمداولة المواد عند تصميم خطط الانظمة الفرعية وخطط النظام الشامل للمداولة، مع مراعاة التنسيق بين المتغيرات المرتبطة والمؤثرة على نظام المداولة وبعضها البعض وبينها وبين متغيرات نظام المداولة بحيث يمكن ذلك من ايجاد وتنفيذ خطة فعالة لنظام المداولة.

(٥) توفير نظام فعال للمعلومات والحاسب الالي وفقا للحاجة بحيث يمكن من وضع وتنفيذ خطط مداولة المواد بكفاءة.

(٦) اجراء خطط مداولة المواد والحلول للمشكلات التي تطرأ أثناء تنفيذ مهام المداولة على أساس من الدراسات العلمية المسبقة.

(٧) وضع الخطط لمداولة المواد على أساس سليم بحيث تتضمن الخصائص والعناصر الضرورية بما يمكن من رفع كفاءة مداولة المواد ·

(٨) التنسيق بين خطط الانظمة الفرعية لمداولة المواد بما يضمن ايجاد نظام شامل وفعال للمداولة يحقق مصلحة المنشأة ككل ، مع تجنب زيادة الاهتمام ببعض الانظمة الفرعية دون الانظمة الاخرى الا اذا استدعت الضرورة لذلك ·

(٩) مراعاة المبادئ الاساسية المرتبطة بأنظمة مداولة المواد عند تخطيط وتنفيذ مهام المداولة بما يمكن من رفع كفاءة تلك الانظمة·

(١٠) وأخيرا يجب المتابعة الدقيقة لتنفيذ مهام مداولة المواد مع اجراء التصحيح اللازم لاى قصور يكتشف وذلك في الوقت المناسب ، وكذا الاستفادة من المعلومات الراجعة عند اعادة التخطيط للانظمة الفرعية والنظام الشامل لمداولة المواد بما يمكن من رفع كفاءة الخطط الفرعية والخطة الشاملة لمداولة المواد بالمنشأة·

ومن ثم يمكن وضع الخطة الشاملة لنظام مداولة المواد على أساس علمى وعملى كما هو موضح بشكل ( ٢٩ )· ويتطلب ذلك جمع المعلومات واجراء البحوث والدراسات عن المداولة حيث يرتبط ذلك بجمع البيانات عن التسهيلات والامكانيات المادية والبشرية المتاحة ومراجعة وتقييم المتغيرات الاولية لنظام المداولة.وذلك بالاضافة الي جمع البيانات واجراء الدراسات عن المتغيرات الاخرى وتأثيرها على نظام مداولة المواد وذلك كتصميم مكان العمل والتخطيط له والمتغيرات الاخرى المرتبطة والمؤثرة على نظام المداولة· هذا بالاضافة الى تحليل البيانات عن البيئة الخارجية فيما يتعلق بالاساليب التقنية والانظمة المماثلة لمداولة المواد بالمنشآت الموجودة بالبيئة الخارجية للمنشأة.ومن ثم يمكن الاستفادة من تلك البيانات والمعلومات والبحوث والدراسات فى التنبوء بالامكانيات والقيود المستقبله وفى اعداد الخطة الاستراتيجيه المتكاملة لنظام مداولة المواد الشامل على مستوى المنشأة ككل،والتى تنقسم الى خطط فرعية لانظمة المداولة بالادرات المختلفة بالمنشأة بما يتلاءم مع احتياجات التطبيق العملى ويمكن من سد الفجوة بين المفاهيم النظرية لمداولة المواد وظروف ومتطلبات التطبيق العملى لها·

شـــكل ( ٣٩ )

نموذج الخطة الشاملة لنظام مداولة المــواد

البيئة الداخلية والانشطة المرتبطة

المعلومات والبحوث والدراسات

تسهيلات وامكانيات

افراد ومهنيين وخبراء

البيئة الخارجية التقنيـه

البيئة الخارجية الاقتصاديه والاجتماعية وغيرها

المتغيرات الاخرى
- نظم المعلومات والحاسب الالى
- التخطيط الداخلى
- موقع المصنع
- تخطيط الانتاج
- نظام الانتاج
- المواد المتداولة
- نوع المباني

إعداد استراتيجية المداولة

تنفيذ استراتيجية المداولة

متابعة التنفيذ

مراجعة وتقييم المتغيرات الاولية لنظام المداولة

مراجعة وتحليل البيئة الخارجية

مراجعة وتقييم المتغيرات الاخرى المرتبطة بنظام المداولة

معلومات راجعة

معلومات راجعـة

الاستلام والتفريغ

تخزين المواد (المدخلات من المواد)

التصنيع

التجميع

التخزين للمنتج النهائى

البيئـة الخارجية

البيئـة الخارجية

# الباب الثانى

# تخطيط ورقابة الانتاج

# الفصل الاول

## التنبوء في تخطيط ورقابة الانتاج

## مقدمة

ان الهدف الرئيسي من تخطيط الانتاج هو تحقيق التوازن بين حجم الانتاج في المصنع وحجم الطلب على السلعه. ويعتبر أسلوب التنبؤ من الاساليب الشائعة الاستخدام في تقدير حجم الطلب المتوقع من أجل وضع خطة الانتاج التي تمكن من تحقيق التوازن بين حجم الانتاج بالمصنع وبين حجم ذلك الطلب المتوقع .

ويعرف التنبؤ بأنه الوسيلة التي يمكن بها استخدام معلومات الماضي والحاضر لتوقع أحداث المستقبل ، ولذا فان التنبؤ ما هو الا تقدير لمستوى الانشطه في المستقبل . وقد يتعلق التنبؤ بتقدير مستوى الطلب على السلع المنتجه ، أو حجم الاستخدام للقوى البشريه اللازمه لتحقيق مستوى معين من الانتاج . أو حجم الدخل القومي أو تقدير مستوى تأثير متغير آخر بصورة مباشرة أو غير مباشرة علي تخطيط الانتاج . ويجب مراعاة الدقة في التنبؤ قدر الامكان وذلك لاعتماد القرارات الاداريه المتعلقه بتخطيط الانتاج على ذلك التنبؤ ( Nemneis , 1974 ; Reilly, 1981 ).

## التنبؤ في ظل الظروف البيئية

ان التنبؤ ما هو الا تقدير لما يتوقع حدوثه في المستقبل وكلما كان التنبؤ لفتره قصيرة كلما كان أكثر دقه ( Hogarth & Makridakis , 1981 ). وكلما كان التنبؤ أكثر دقه كلما كان ذلك أكثر فائده للمنشأه فيما يتعلق بالتخطيط لما سيحدث في المستقبل ( Steiner, 1969 ). ويوضح الشكل ( ٣٠ ) التنبؤ في ظل الظروف البيئيه المتنوعه. ومن ذلك الشكل يتضح أثر الظروف البيئيه الاقتصاديه والتقنيه والقانونيه والسياسيه والاجتماعيه والحضاريه وغيرها

شـــــــــــكل ( ٣٠ )

التنبـــــؤ فـي ظـــل الظـــروف البيئيـــة

الظروف البيئيـــة الخارجيـة

اقتصاديـــة

تقنيـــة

الظروف البيئيـــة الداخليـة

تكاليـف الانتـاج

مواصفـات الانتـاج

كميـــة الانتـاج

جـــودة الانتاج

مستلزمات الانتاج

أساليـب الرقابة على الانتاج

شئـون الانتـاج

التنبـــؤ

شئـون التسويـق

رغبات المستهلك

المركـز التنافسى

الاسعـار

أساليـب الترويـج الملائمه

العوائـد

المكان والزمان

الظروف البيئيـــة الداخليـة

قانونيـــة وسياسيـــة

اجتماعيـــة وحضاريـــة

الظروف البيئيـــة الخارجيـة

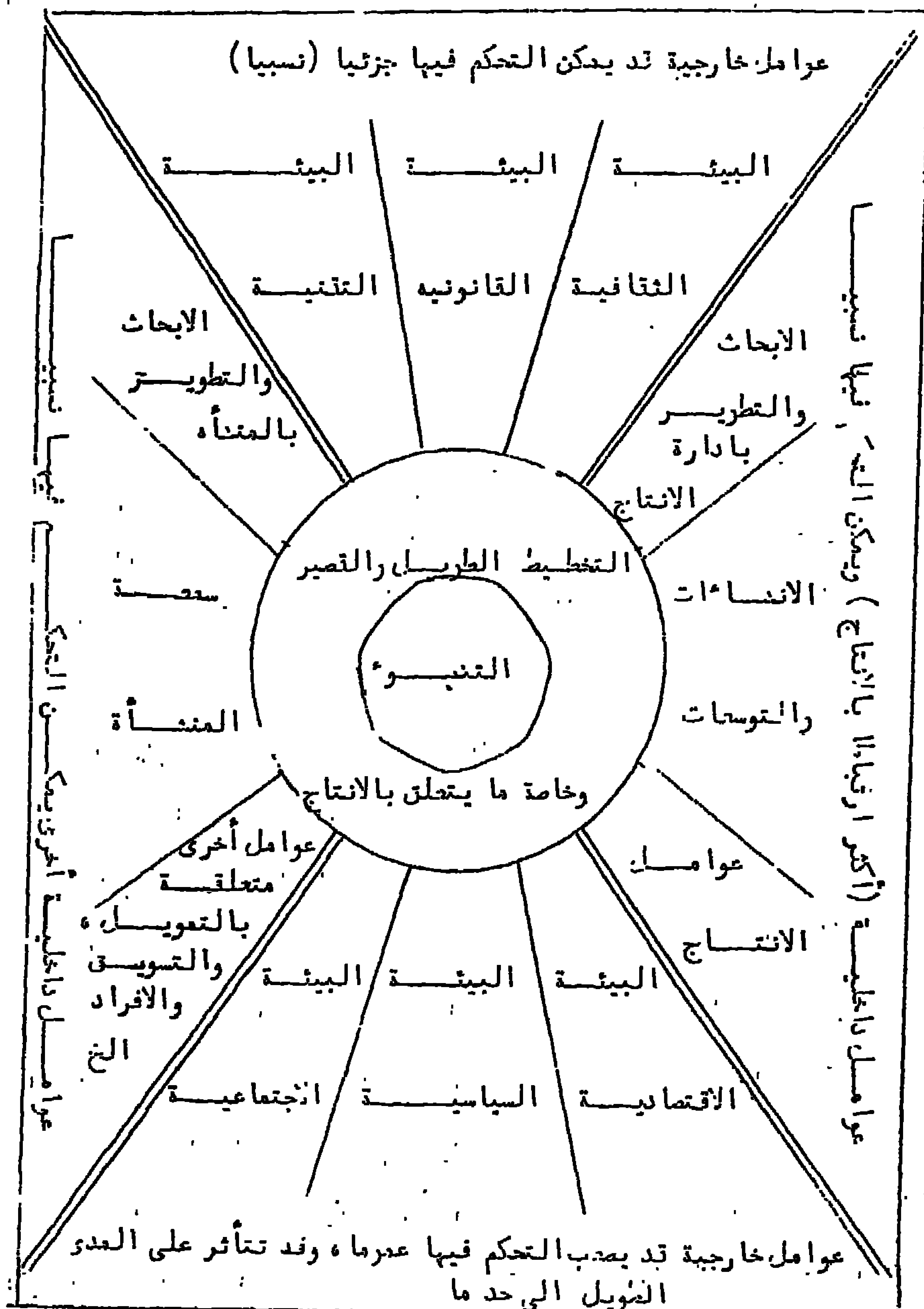
على البيئه الداخليه وخاصة فيما يتعلق بشئون الانتاج والتسويق.ونظرا لتلك الآثار البيئيه على شئون الانتاج والتسويق فان أهمية التنبوء تتضح تحت تلك الظروف حيث يساعد التنبوء على اكتشاف الآثار المستقبليه لتلك الظروف على شئون الانتاج والتسويق،وخاصة فيما يتعلق بالكميات المطلوبه من المنتجات والاسعار والمكان والزمان والمواصفات والمتطلبات التى يرغبها أفراد المجتمع فيما يتعلق بتلك المنتجات. ومن ثم فانه يترتب على ذلك تحديد الكميات التى سوف تنتج ومواصفات ومستويات الجوده لذلك الانتاج وكذا أسعار تلك المنتجات وأيضا يتم تحديد التوقيتات الزمنيه للكميات التى سوف تنتج وتباع ومنافذ التوزيع لهما الى غير ذلك. ( Dauten & Valentine, 1974 ).

## التنبوء كموثر أساسى فى تخطيط الانتاج

ان حجم المبيعات الذى يتم التنبوء به يتأثر بالمتغيرات البيئيه الخارجيه التى يصعب التحكم فيها وتلك التى يمكن التحكم فيها جزئيا ، وكذا يتأثر بالعوامل الداخليه التى يمكن التحكم فيها عموما ، والعنصران الاخيران يوضحان دور التخطيط فى التأثير على حجم المبيعات المرغوب مقارنة بالحجم الذى تم التنبوء به. وبالتالى فان حجم المبيعات المتنبوء به يستخدم كموثر ليساعد فى التخطيط من أجل التغيير و(أو) التأثير فى المتغيرات الخارجيه والمتغيرات الداخليه بما يمكن من زيادة المبيعات المستقبله للمنشأه الى الحجم المرغوب بالمقارنه بالحجم الذى تم التنبوء به. وبذا فان التنبوء يعد خطوة ضروريه من أجل التخطيط لسد الفجوة بين المتاح للمنشأه انتاجه وبيعه وبين ما ترغب المنشأه فى انتاجه وبيعه. ويوضح الشكل رقم (٢١) الدور الهام للتنبوء بالمبيعات وأثره على تخطيط الانتاج. حيث يوضح هذا الشكل الجوانب التى يمكن التحكم فيها عموما

شكل (٣١)

التنبؤ كمؤشر أساسي للتخطيط



وتلك التي لا يمكن التحكم فيها إلا جزئيا ، وتلك التي يصعب التحكم فيها عموما عند تخطيط الانتاج . حيث أن حجم المبيعات والانتاج الذي يتم التنبوء به يكون على ضوء مدى تأثير تلك المتغيرات البيئيه على المبيعات المستقبليه ومن ثم على الانتاج . ومن هنا يأتي دور التخطيط لخفض الفجوه بين المتنبأ بانتاجه وبين المرغوب في انتاجه.

## اختيار طرق التنبوء

لقد تم تطوير العديد من أساليب التنبوء في الوقت الحاضر ، وذلك للمساعده في حل المشاكل المعقده والمتنوعه المرتبطه بالتنبوء . وحيث أن لكل نوع من أساليب التنبوء استخدام خاص ، لذا يجب مراعاة الدقه والعنايه عند القيام باختيار اسلوب معين للتنبوء .

ان اختيار أسلوب معين للتنبوء يعتمد على عدة عوامل تمكن مراعاتها من سد الفجوه بين الاساليب العلميه للتنبوء وبين الاختيار الامثل للأسلوب أو الاساليب التي تتوافق مع المتطلبات العملية . ومن تلك العوامل التي يجب مراعاتها عند اختيار اسلوب أو أساليب التنبوء الاتي: محتوى التنبوء ، مدى توافر المعلومات التاريخيه ودرجة ارتباطها ودقتها ، والمده التي سوف يتم التنبوء عنها ، والتكاليف والعوائد المحققه للمنشأه ، وكذا الوقت المتاح لاعداد التنبوء .

ان تلك العوامل يجب أن يتم وزنها بمستويات متفاوته ، ومثالا لذلك فان القائم بعملية التنبوء يجب أن يقوم باختيار اسلوب التنبوء الذي سوف يحقق أحسن استخدام للمعلومات المتاحه ، وفي نفس الوقت مراعاة التكاليف ، ومدى الدقه الناشئه عن استخدام أسلوب معين حيث يقوم القائم بعملية التنبوء بالموازنه بين درجة تحقق كل عامل من تلك العوامل . ومن الجدير بالذكر ملاحظة أن التكلفه

والدقه تزداد عموما مع تعقد الاساليب المستخدمه فى التنبوء . وعلى أية حال ، فانه يجب الاجابه على الاسئلة الآتيه عند تقرير عملية الاختيار من بين النماذج المختلفة للتنبوء :

(١) ما هو الغرض من عملية التنبوء وكيف يمكن استخدامها ؟
(٢) ماهى مكونات النظام الذى سوف يستخدم لعملية التنبوء ، وما مدى حركيته ؟
(٣) ما مدى أهمية التقديرات الماضيه كتقدير للمستقبل ؟

والاجابه على الاسئله السابقه تساعد فى الاختيار من بين النماذج المختلفه للتنبوء ، بما يمكن من تحقيقه بالدرجه المطلوبه من الدقه وبأقل تكلفه ممكنه .

## نماذج التنبوء

تتضمن نماذج التنبوء ثلاثة نماذج رئيسيه هى (١) النماذج الوصفية : وتستخدم النماذج الوصفيه حينما تتوافر معلومات وصفيه عن أحداث معينه (كرأى خبير متخصص مثلا) ، وتأخذ تلك النماذج أحداث الماضى فى الاعتبار بالدرجه الاولى . (٢) نماذج تحليل السلاسل الزمنيه والنماذج التقديريه : وتركز هذه النماذج كلية على التغيرات وتعتمد أساسا على المعلومات التاريخيه . (٣) النماذج السببية : وتستخدم هذه النماذج معلومات خاصة عن العلاقات بين عناصر النظام ، كما أن هذه النماذج قادرة على أخذ أحداث الماضى فى الاعتبار .

وعموما يجب الاختيار من بين النماذج عند القيام بعملية التنبوء حتى يمكن سد الفجوة بين النماذج العلمية للتنبوء وبين متطلبات التطبيق العملى الذى يستدعى الاختيار الملائم عمليا من بينها . فمثلا فى حالة مراحل دورة حياة المنتج نجد أن النماذج التى تعتمد على البيانات التاريخيه لا تصلح عند القيام بتقديم منتج جديد لا يوجد بيانات تاريخيه عنه . ولكن يمكن استخدام النماذج الوصفيه حينما يكون هناك نقص فى البيانات عند تقديم منتج جديد ، على سبيل المثال .

وفى مثل هذه الحالة يتم استخدام الحكم الشخصى وما شابه ذلك من أجل تحويل البيانات الوصفية الى بيانات كمية تقديرية. ونجد أن جمع المعلومات بطريقة حكيمة وغير متميزة بالنسبة لكل العناصر المرتبطة بظاهرة معينة وتقديرها يكون ذو أهمية كبيرة لتلك النماذج . وتستخدم تلك النماذج فى أغراض تطوير سلعة جديدة ، أو عندما تكون معدلات القبول بالسوق غير مؤكدة. ونظرا لاهمية تلك النماذج فسوف نتعرض لها بشئ من التفصيل مع أمثلة عن كيفية التطبيق العملى لبعض النماذج .

## النماذج الوصفية

تستخدم النماذج الوصفية حينما لا يتوفر بيانات رقمية عن الظاهرة محل الدراسة. وتستخدم كذلك لتحقيق أهداف معينة من بينها استخدام طريقة تقنية حديثة فى الانتاج ، وكذلك تحديد متى يتوقع أن تتغير بعض العادات والتقاليد والقيم ، وأيضا تحديد ما سيحدث فى مجال معين مثل التوقع للاستكشافات الحديثة فى مجال تقنية تطوير المنتجات. ونجد أنه فى تلك الحالات يتطلب الأمر استخدام أساليب توقع تختلف الى حد كبير عن نظيراتها فى حالة التعامل مع ظواهر ذات سجل تاريخى ذو نمط معين ( Gerslenfeld, 1971 ).

وهناك عدة أساليب تستخدم فى التوقع منها طريقة دلفى ، وبحوث التسويق ، ورسم التعداد ، والتنبؤ المرئى ، والتشابه التاريخى . وسوف نتعرض لكل من هذه الاساليب بشئ من الاختصار .

<u>طريقة دلفى</u> . تعتبر طريقة دلفى من أكثر الطرق شيوعا فى التنبؤ بالظواهر الوصفية. وتعتمد تلك الطريقة على استخدام مجموعة من الخبراء فى مجال معين حيث يتم عرض مجموعة من الاسئلة المتتابعة عليهم بحيث أن الاجابات

على تلك الاسئلة تستخدم لخلق مجموعة أسئلة أخرى • فنجد فى الجولة الاولى أن أى معلومات متابعة لبعض الخبراء يتم نقلها لباقى الخبراء • وبناء على تلك المعلومات يقوم كل خبير فى الجولة الثانية باعادة التنبوء بعد اطلاعه على التنبوءات السابقة بشرط أن يقوم الخبير بتبرير تنبوءه اذا اختلف عن التنبوءات التى تمت فى الجولة السابقة• وفى الجولة الثالثة يتم اطلاع الخبراء على التنبوءات الأخيرة وأسبابها ، مع اعطاء الفرصة فى الجولة الرابعة لاجراء مناقشات جماعية يتم فى نهايتها التوصل الى التنبوء فى صورته النهائية ( Rose , 1976 )• ونجد أن هذه الطريقة تستبعد تأثير رأى فرد على مجموع الآراء الأخرى • كما نجد أن هذه الطريقة تعتبر ملائمة وجيدة فى التنبوء سواء للأجل القصير أو للأجل المتوسط أو للأجل الطويل •

ومن أهم تطبيقات ذلك الأسلوب استخدامه فى التنبوءات طويلة الأجل ، أو مبيعات السلع الجديدة والتنبوءات بالعوائد منها • وكل ما تحتاجه عند القيام بعملية التنبوء هو وجود منسق يقوم بعرض أسئلة متتابعة على مجموعة الخبراء ، ثم يقوم بالمراجعة والمقارنة للمجيبين • ويمكن أن تستغرق هذه الطريقة عادة حوالى شهرين من أجل اعداد التنبوء••

<u>بحوث التسويق</u> • تعتبر بحوث التسويق أسلوب واعى ورسمى ومنظم لاجراء اختبار للافتراضات عن السوق الحقيقى • وتعتبر تلك الطريقة ممتازة فى التوقع للأجل القصير وجيدة للأجل المتوسط ومقبولة للأجل الطويل • ويتم استخدامها فى التنبوء بالمبيعات للمنتجات الجديدة ، والتنبوء بالعوائد• وتحتاج هذه الطريقة الى مجموعة لا بأس بها من البيانات عن السوق ، وعن كيفية استخدام أساليب البحث العلمى وخاصة فيما يتعلق باستخدام قوائم الاسئلة أو الاستقصاء الميدانى • كما تتطلب بيانات عن كيفية استخدام تحليل السلاسل الزمنية لمتغيرات السوق •ويمكن أن

يأخذ عادة هذا الأسلوب حوالى ثلاثة شهور للقيام بالتنبوء .

مجموعة من الآراء المحصلة : يبنى ذلك النموذج على الافتراض القائل بأن التوقع المبنى على آراء مجموعة من الخبراء يكون أفضل من رأى خبير واحد. ويعتمد هذا الاسلوب فى التنبوء على تشجيع عملية الاتصال بين الخبراء . وأحيانا يتأثر التنبوء بالعوامل الاجتماعية ولا يعكس الرأى الحقيقى للجماعة . ونجد أن الاعتماد على هذا الاسلوب يعتبر ضئيلا للتنبوء فى المدى الطويل ولكنه يتسراوح بين ضعيف وأقل من المتوسط للتنبوء للأجل المتوسط والأجل القصير . ويستخدم هذا الاسلوب فى عملية التنبوء بالمبيعات للسلع الجديده وكذا يستخدم فى التنبوء بالعوائد . وكل ما يطلب للقيام بهذا النوع من التنبوء هو وجود مجموعة من الخبراء يجتمعون فى حوار مفتوح من أجل التوصل الى محصلة رأى جماعى عن التنبوء . ويتم عمل تحريرين على الأقل خلال فترة محددة عادة ما تحدد بفترة أسبوعين .

التنبوء المعزئى : عادة ما يتم استخدام بعد نظر الأفراد وحكمهم فى التنبوء عند استخدام هذا الأسلوب حيث يتميز باتباع الاسلوب الشخصى عند التنبوء . وعموما فان تلك الطريقة لا تعتبر عملية . كما أن مدى الاعتماد عليها يعتبر محدودا فى التنبوء لأى فترة زمنية مستقبلة . ويتم استخدام هذه الطريقة للتنبوء بمبيعات السلع الجديدة أو العوائد منها . وكل ما يطلب للقيام بعملية التنبوء هو اعداد مجموعة من التوقعات عن المستقبل بواسطة خبراء بناء على مدى رؤية الأحداث الماضية . ويستغرق اعداد التنبوء بواسطة هذه الطريقة حوالى أسبوع تقريبا .

التشابهة التاريخى : هذا الاسلوب يعتمد على مقارنة وتحليل عدد من المنتجات المتشابهة فى مرحلة التقديم والنمو حيث يبنى التنبوء على نماذج التشابه . ونجد أن مدى الاعتماد على ذلك الأسلوب يعتبر ضعيفا فى التنبوء للأجل

القصير. أما في التنبؤ للأجل المتوسط والطويل فانه يتراوح ما بين متوسط وضعيف. ويستخدم هذا الأسلوب في التنبؤ بالمبيعات من السلع الجديدة أو العوائد منها. وكل ما يطلب للقيام بعملية التنبؤ هو جمع بيانات تاريخية لعدد من السنوات لواحد أو أكثر من السلع. ويستغرق ذلك الاسلوب عادة حوالي شهر للقيام بعملية التنبـــــؤ.

## نماذج تحليل السلاسل الزمنية والنماذج التقديريـة

تعد هذه النماذج من النماذج الاحصائية وتستخدم عندما يكون متوفرا لدينـــا معلومات عن المنتج أو خط الانتاج لعدة سنوات، وأيضا عندما تكون العلاقـــــات والاتجاهات واضحة وثابتة نسبيا. ويتم التنبؤ على أساس استخدام المعلومـــــات التاريخية في التنبؤ بمعدلات المستقبل وتحديد ما اذا كانت تلك المعدلات متزايدة أم متناقصة. وبعد القيام بمعرفة معدلات التقديرات الحالية سواء على أساس تراكمي أو غير تراكمي يتم استخدام نماذج رياضية من أجل تطوير التقديرات بما يمكن من التنبؤ. ويمكن القول أن تحليل السلاسل الزمنية يساعد في تحديد وشرح الآتي :

- التغيرات المنتظمة في سلسلة البيانات والتي تكون راجعة الى المواسم.
- النماذج الدورية التي تتكرر كل سنتين أو ثلاث سنوات أو أكثر.
- اتجاهات البيانـــات.
- معدلات النمـــو للاتجـــاهـــات.

ونجد أن معظم الطرق المستخدمة تبين فقط التغيرات الناشئة عن المواســـم، والتأثيرات المتحدة للاتجاهات والدورات وعدم الانتظام أو الصدفة، وهذا لا يمكن من فصل الاتجاهات عن الدورات.

وبعد تكملة التحليلات، يتم عمل تقدير لمبيعات المستقبل حيث أن معظـــم تلك النماذج الاحصائية مبنية على افتراض أن الاتجاهات الحالية سوف تستمر فـــي

المستقبل . وعموما فان ذلك الافتراض يكون أكثر صحة في التنبوء للأجل القصير عنه في الأجل الطويل ، ولذلك فان تلك النماذج تمدنا بمعلومات معقولة الدقة للمستقبل القريب وتقل درجة الدقة عادة كلما اتجهنا الى التنبوء للمستقبل البعيد الا اذا كانت نماذج البيانات ثابتة التغير على مر السنين . ولذلك فانه من الصعوبة استخدام تلك النماذج في حالة ما اذا كان معدل النمو في الاتجاه متغير بصورة ملموسة . ومثالا على ذلك عندما يتغير نمو المبيعات من النمو البطيء الى النمو السريع المفاجيء ، وتسمى النقطة التي يحدث فيها ذلك بنقطة التحول .

ويهمنا هنا أن نتعرض للطرق المستخدمة في التوقع وأهمها الاتي :-

المربعات الصغرى . تستخدم في هذة الطريقة النماذج أو الخطوط البيانية للتعبير عن اتجاه أحد المتغيرات كحجم المبيعات مثلا لفترات زمنية سابقة . فاذا كانت الاحصائيات المتوفرة تشير الى وجود اتجاه مستقيم نسبيا للمتغيرات تحت الدراسة فانة بالامكان استعمال طريقة المربعات الصغرى بغرض القيام بالتنبوءات المطلوبة بصدد المتغير موضوع البحث ، وهذا الاتجاه يمثل نمط يمهد ليتوسط جميع النقط . وبعبارة أخرى فان هذا الخط يقلل الفروق بين الخط الممهد وبين كل نقطة من النقط الموقعة للبيانات المتاحة ، حيث أن معادلة خط الاتجاه هي تلك التي يكون عندها مجموع المسافات الرأسية بين البيانات الحقيقية وبين قيم الخط الممهد أقل ما يمكن ، كما أن مجموع المسافات الرأسية تساوى صفر (Riggs, 1970).

ان طريقة المربعات الصغرى تمكن من تحديد خط الاتجاه للمتغير عن الفترات الزمنية السابقة وذلك باستخدام معادلة الخط المستقيم كالاتي (Levin, et. al., 1972):

ص = ٩ + ب س

حيث أن :

ص = قيمة المتغير فى فترة زمنية مقبلة (وقد تكون تلك الفترة مقاسة بالسنوات أو الاشهر من سنة البدء أو الاساس).

أ = نقطة تقاطع خط الاتجاه مع المحور الرأسى.

ب = ميل الخط.

س = المتغير المستقل (أو معدل التغير فى خط الاتجاه).

وتستخدم المعادلتين التاليتين للحصول على قيمة كل من أ ، ب :

مج ص = ن أ + ب مج س

مج س ص = أ مج س + ب مج س$^2$

حيث :

ن = عدد الفترات الزمنية للظاهرة تحت الدراسة. وتستخدم المعادلة التالية لحساب قيمة المتغير مستقبلا :

ص$_م$ = أ + ب س حيث :

ص$_م$ = قيمة أو حجم المتغير فى المستقبل (كقيمة المبيعات على سبيل المثال ، حيث تتخذ قيمة المبيعات لتحديد حجم الانتاج).

مثال (١) :-

اتضح من السجلات الحالية لاحدى الشركات التجارية أن قيمة مبيعات هذه الشركة (بالمليون) لاحدى السلع عن الفترة من سنة ١٩٧٩ الى ١٩٩٠ كانت على النحو التالى :

| السنة : | ٧٩ | ٨٠ | ٨١ | ٨٢ | ٨٣ | ٨٤ | ٨٥ | ٨٦ | ٨٧ | ٨٨ | ٨٩ | ٩٠ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (س) : | ٥٠ | ٣٦ | ٤٣ | ٤٤ | ٣٩ | ٣٨ | ٣٣ | ٣٩ | ٤٢ | ٤١ | ٣٤ | ٤٥ |

والمطلوب هو تقدير حجم المبيعات المتوقعة لعام ١٩٩٥ لهذه الشركة :

الحل :- ويتضح من الجدول (٣١) طريقة حساب كل من مج س ، مج س$^2$ ، مج س ص .

جـــــــدول (٣١)

| السنة | ص | س | س ص | $س^2$ |
|---|---|---|---|---|
| ١٩٧٩ | ٥٠ | -١١ | -٥٥٠ | ١٢١ |
| ٨٠ | ٣٦ | -٩ | -٣٢٤ | ٨١ |
| ٨١ | ٤٣ | -٧ | -٣٠١ | ٤٩ |
| ٨٢ | ٤٤ | -٥ | -٢٢٠ | ٢٥ |
| ٨٣ | ٣٩ | -٣ | -١١٧ | ٩ |
| ٨٤ | ٣٨ | -١ | -٣٨ | ١ |
| ٨٥ | ٣٣ | ١ | ٣٣ | ١ |
| ٨٦ | ٣٩ | ٣ | ١١٧ | ٩ |
| ٨٧ | ٤٢ | ٥ | ٢١٠ | ٢٥ |
| ٨٨ | ٤١ | ٧ | ٢٨٧ | ٤٩ |
| ٨٩ | ٣٤ | ٩ | ٣٠٦ | ٨١ |
| ٩٠ | ٤٥ | ١١ | ٤٩٥ | ١٢١ |
| المجموع | ٤٨٤ | صفر | -١٠٢ | ٥٧٢ |

مج ص = ن أ + ب مج س

٤٨٤ = ١٢ أ + صفر      ∴ أ = ٤٨٤ / ١٢ = ٤٠ر٣

مج س ص = أ مج س + ب مج $س^2$

-١٠٢ = صفر + ٥٧٢ ب      ∴ ب = -١٠٢ / ٥٧٢ = -ر١٨

وتكون معادلة الاتجاه العام للبيانات هي :

$ص_م$ = ٤٠ر٣ - ر١٨ س

∴ $ص_{1995}$ = ٤٠ر٣ - ر١٨ (٢١)

= ٤٠ر٣ - ٣ر٧٨ = ٣٦ر٥٢ مليون .

مـــثـال (٢)

البيانات التالية تمثل مبيعات احدى المنشآت في ١٧ سنة بالمليون جنيه :

والمطلوب : (١) حساب معادلة الاتجاه العام .

(ب) حساب عدد السنين اللازمة لمضاعفة مبيعات ١٩٨٦ .

(جـ) تقدير حجم المبيعات في عام ١٩٩٥ .

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| السنة : | ٧٠ | ٧١ | ٧٢ | ٧٣ | ٧٤ | ٧٥ | ٧٦ | ٧٧ | ٧٨ | ٧٩ |
| المبيعات(ص) : | ٢٦ر٢ | ٢٦ر٤ | ٢٦ر٦ | ٢٩ر١ | ٣٠ر٦ | ٣١ر٨ | ٢٩ر٣ | ٢٤ر٣ | ٤٣ر٠ | ٤٤ر٤ |
| السنة : | ٨٠ | ٨١ | ٨٢ | ٨٣ | ٨٤ | ٨٥ | ٨٦ | | | |
| المبيعات(ص) : | ٥٠ر١ | ٥١ر٢ | ٥٣ر٧ | ٧١ر١ | ٧٨ر٤ | ٨٦ر٢ | ٩٥ر٣ | | | |

الحـــل :ـ يتضح من الجدول ( ٣٢ ) طريقة حساب كل من مج س ، مج س ص ، مج س٢ .

جـــدول ( ٣٢ )

| السنة | ص | س | س ص | س٢ |
|---|---|---|---|---|
| ١٩٧٠ | ٢٦ر٢ | -٨ | -٢٠٩ر٦ | ٦٤ |
| ٧١ | ٢٦ر٤ | -٧ | -١٨٤ر٨ | ٤٩ |
| ٧٢ | ٢٦ر٦ | -٦ | -١٥٩ر٦ | ٣٦ |
| ٧٣ | ٢٩ر١ | -٥ | -١٤٥ر٥ | ٢٥ |
| ٧٤ | ٣٠ر٦ | -٤ | -١٢٢ر٤ | ١٦ |
| ٧٥ | ٣١ر٨ | -٣ | -٩٥ر٤ | ٩ |
| ٧٦ | ٢٩ر٣ | -٢ | -٥٨ر٦ | ٤ |
| ٧٧ | ٢٤ر٣ | -١ | -٢٤ر٣ | ١ |
| ٧٨ | ٤٣ر٠ | صفر | صفر | صفر |
| ٧٩ | ٤٤ر٤ | ١ | ٤٤ر٤ | ١ |
| ٨٠ | ٥٠ر١ | ٢ | ١٠٠ر٢ | ٤٤ |
| ٨١ | ٥١ر٢ | ٣ | ١٥٣ر٦ | ٩ |
| ٨٢ | ٥٣ر٧ | ٤ | ٢١٤ر٨ | ١٦ |
| ٨٣ | ٧١ر١ | ٥ | ٣٥٥ر٥ | ٢٥ |
| ٨٤ | ٧٨ر٤ | ٦ | ٤٧٠ر٤ | ٣٦ |
| ٨٥ | ٨٦ر٢ | ٧ | ٦٠٣ر٤ | ٤٩ |
| ٨٦ | ٩٥ر٣ | ٨ | ٧٦٢ر٤ | ٦٤ |
| المجموع | ٧٩٧ر٧ | صفر | ١٧٠٤ر٥ | ٤٠٨ |

مج ص = ن أ + ب مج س

٧٩٧ر٧ = ١٧ أ + صفر

∴ أ = ٧٩٧ر٧ / ١٧ = ٤٦ر٩٢

مجـ س ص = ٩ مجـ س + ب مجـ س$^{٢}$

١٧٠٤٫٥ = ٤٠٨ ب ∴ ب = $\frac{١٧٠٤٫٥}{٤٠٨}$ = ٤٫١٨

∴ معادلة الاتجـــاه العـام

ص$_{م}$ = ٤٦٫٩٢ + ٤٫١٨ ص

(ب) ص$_{م}$ = ٤٦٫٩٢ + ٤٫١٨ س

عدد السنين اللازمة للمضاعفة للمبيعات على أساس معدل النمو باعتبار ١٩٨٦ سنـة الاساس والتى مبيعاتها تساوى ٩٥٫٣ مليون جنيه .

∴ المبيعات المضاعفة تساوى ١٩٠٫٦ مليون جنية . وبالتعويض فى المعادلـــة ينتج أن : ١٩٠٫٦ = ٤٦٫٩٢ + ٤٫١٨ س

∴ س = ١٩٠٫٦ - ٤٦٫٩٢ / ٤٫١٨ = ٣٤ تقريبـــا .

وحيث أن ترتيب عام ١٩٨٦ هو ٨ فيمكن مضاعفة مبيعات عام ١٩٨٦ بعد (٣٤ - ٨) ٢٦ سنة.

(جـ) المبيعات المتوقعة لعام ١٩٩٥ م

ص$_{م}$ = ٤٦٫٩٢ + ٤٫١٨ (١٧) = ١١٧٫٩٨ مليون جنية .

**المربعات الصغرى فى حالة اذا كانت المعادلة من الدرجة الثانية:** يجب قبل استخدام طريقة المربعات الصغرى القيام برسم البيانات لمعرفة ما اذا كانت البيانـــات سوف تكون على هيئة خط مستقيم. وبالتالى يتم استخدام معادلات الخط المستقيم وهى معادلات من الدرجة الاولى . أما اذا كانت البيانات على شكل منحنى عادى ، أو شكل نصف هلال فانها فى تلك الحالة لا تخضع لمعادلة الخط المستقيم وانما تخضع للمعادلة التالية ( Moore & Jablonski, 1969 ):

ص$_{م}$ = ٩ + ب س + جـ س$^{٢}$

أما اذا كانت البيانات على شكل منحنى يشبة حرف ( U ) ، فانه فى هذه الحالـــة

يتم استخدام المعادلة التاليـــة :

ص م = أ + ب س + جـ س^٢ + د س^٣

واذا كانت البيانات تزداد أو تنمو بنسبة ثابتة ، كايداع الاموال فى مصرف بنسبة معينة من الفائدة المركبة ، يتم استخدام المعادلة التالية :

ص م = أ + ب ن^ف

ولحساب قيمة كل من أ ، ب ، جـ فى المعادلة الاولى يتم استخدام المعادلات التاليـــــــة :

مج ص = ن أ + ب مج س + جـ مج س^٢ (١)

مج س ص = أ مج س + ب مج س^٢ + جـ مج س^٣ (٢)

مج س^٢ ص = أ مج س^٢ + ب مج س^٣ + جـ مج س^٤ (٣)

وفى حالة ما تكون مج س = صفر ( وذلك اذا تم توقيع سنة الاساس المتضمنـــــة للبيانات مساوية للصفر وأسفلها (+) ، وأعلاها (-) تصبح المعادلات السابقـــة كالاتـــى :

مج ص = ن أ + جـ مج س^٢ (١)

مج س ص = ب مج س^٢ (٢)

مج س^٢ ص = أ مج س^٢ + جـ مج س^٤ (٣)

ولتوضيح كيفية اتمام اجراءات الحل فى حالة استخدام المعادلة من الدرجـة الثانية نـورد المثال الآتـــى :

<u>مـــثـال :</u>

بفرض توافر المعلومات الآتية عن حجم المبيعات (للسنوات ١٩٨٤-١٩٩٠) بالمليون وحدة لسلعة ما فى أحد الأسواق . والمطلوب : التنبوء بحجم المبيعات لعام ١٩٩٥م.

السنة : ١٩٨٤ ٨٥ ٨٦ ٨٧ ٨٨ ٨٩ ٩٠
المبيعات (ص) بالوحدات : ٧ر٧ ٥ر٦ ٩ر٧ ٦ر٨ ٨ر٨ ٣ر١٠ ٠ر١٠

الحل : يتضح من الجدول (٣٣) طريقة حساب كل من مج ص ، مج $س^٢$ ، مج س ص ، مج $س^٢$ ص ، مج $س^٤$ .

جدول (٣٣)

| السنة | ص (بالمليون) | س | $س^٢$ | س ص | $س^٢$ ص | $س^٤$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ١٩٨٤ | ٧ر٧ | -٣ | ٩ | -١ر٢٣ | ٣ر٦٩ | ٨١ |
| ٨٥ | ٥ر٦ | -٢ | ٤ | -٠ر١٣ | ٠ر٢٦ | ١٦ |
| ٨٦ | ٩ر٧ | -١ | ١ | -٩ر٧ | ٩ر٧ | ١ |
| ٨٧ | ٦ر٨ | صفر | صفر | صفر | صفر | صفر |
| ٨٨ | ٨ر٨ | ١ | ١ | ٨ر٨ | ٨ر٨ | ١ |
| ٨٩ | ٣ر١٠ | ٢ | ٤ | ٦ر٢٠ | ٢ر٤١ | ١٦ |
| ٩٠ | ٠ر١٠ | ٣ | ٩ | ٠ر٣٠ | ٠ر٩٠ | ٨١ |
| المجموع | ٨ر٥٩ | صفر | ٢٨ | ٤٠ر١٥ | ٢ر٢٤٣ | ١٩٦ |

∵ مج ص = ن أ + جـ مج $س^٢$

∴ أ = (مج ص − جـ مج $س^٢$) / ن = (٨ر٥٩ − ٢٨ جـ) / ٧

مج $س^٢$ ص = أ مج $س^٢$ + جـ مج $س^٤$

٢ر٢٤٣ = ٢٨ (٨ر٥٩ − ٢٨ جـ) / ٧ + ١٩٦ جـ

٢ر٢٤٣ = ٢ر٢٣٩ − ١١٢ جـ + ١٩٦ جـ

∴ ٤ = ٨٤ جـ ∴ جـ = ٠٥ر تقريبا

∴ أ = (٨ر٥٩ − ٢٨ × ٠٥ر) / ٧ = (٨ر٥٩ − ٤ر١) / ٧ = ٤ر٥٨ / ٧

= ٣٤ر٨

$$\therefore\ ب = \frac{مج\ س ص}{مج\ س^{2}} = \frac{١٥٫٤}{٢٨} = ٫٥٥$$

∴ معادلة الانحدار

$$ص_{م} = ٨٫٣٤ + ٫٥٥\ س + ٫٠٥\ س^{2}$$

$$\therefore\ ص_{١٩٩٥} = ٨٫٣٤ + ٫٥٥ \times ٨ + ٫٠٥ \times ٦٤$$

$$= ٨٫٣٤ + ٤٫٤٠ + ٣٫٢٠ = ١٥٫٩٤ \text{ مليون وحدة}$$

<u>المتوسط البسيط</u> . يستخدم المتوسط البسيط عندما تكون قيمة (ب) (أى الميل) مساويا للصفر (أى أن الخط يكون أفقيا ومستويا)، وبالتالى فان التنبؤ . . . يكون متوسط بسيط لكل قيم ص . وتعتبر طريقة المتوسط البسيط حالة خاصة من حالات استخدام طريقة المربعات الصغرى . وتستخدم تلك الطريقة عند التنبؤ بظواهر اقتصادية تتميز بالتذبذب خلال فترات الاتجاه . ونجد أن التغيرات الموسمية تكون محددة للتقلبات خلال سنة واحدة . وكذلك يجب جمع معلومات لعدة فترات خلال العام لتحديد النماذج الموسمية . وتستخدم فترات شهرية أو ربع سنوية فى معظم الاحوال . واذا توفر لدينا بيانات تغطى عدة سنوات ، يتم حساب المتوسط الحسابى لكل فترة خلال السنة وبالتالى تستبعد تأثيرات الدورة للسنة (Starr, 1972) .

ولتوضيح كيفية حساب واستخدام تلك الطريقة نورد المثال التالى :

<u>مثال :</u>

اذا كان حجم المبيعات المقدر لعام ١٩٨٢ لمنشأة لانتاج المنتجات القطنية يبلغ ٤٤٧٫٣٣٩ جنية ، فما هو حجم المبيعات لكل ربع من أرباع السنة اذا علمت أن حجم المبيعات فى الماضى كان كالآتى :كما هو موضح فى جدول رقم (٣٤):

جـــــــدول (٣٤)

| السنة | حجم المبيعات بالالف | | | | المجموع |
|---|---|---|---|---|---|
| | الربع الاول | الثانى | الثالث | الرابع | |
| ١٩٧٦ | ٢٠ | ٤٠ | ٦٠ | ٨٠ | ٢٠٠ |
| ٧٧ | ٣٠ | ٦٠ | ٧٠ | ٦٠ | ٢٢٠ |
| ٧٨ | ٣٢ | ٥٦ | ٧٢ | ٦٤ | ٢٢٤ |
| ٧٩ | ٤٠ | ٦٠ | ٨٠ | ١٠٠ | ٢٨٠ |
| ٨٠ | ٥٨ | ٦٤ | ٩٨ | ١٦٠ | ٣٨٠ |
| ٨١ | ٦٠ | ٨٠ | ١٠٠ | ٢٠٠ | ٤٤٠ |
| المجموع | ٢٤٠ | ٣٦٠ | ٤٨٠ | ٦٦٤ | ١٧٤٤ |

الحـــــل :

متوسط المبيعات للربع الاول = مجموع المبيعات للربع الاول لكافة السنوات ÷ عـــدد الســنــوات

= ٢٤٠ ÷ ٦ = ٤٠

" " " الثانــى = ٣٦٠ ÷ ٦ = ٦٠

" " " الثالث = ٤٨٠ ÷ ٦ = ٨٠

" " " الرابـع = ٦٦٤ ÷ ٦ = ١١٠ر٦٦٧

الوسط الحسابى لتلك المتوسطات = ٤٠ + ٦٠ + ٨٠ + ١١٠ر٦٦٧ ÷ ٤

= ٢٩٠ر٦٦٧ ÷ ٤ = ٧٢ر٦٦٧

حساب الارقام القياســـية .

نسبة المبيعات فى الربع الاول الى الوسط الحسابى العام = ٤٠ ÷ ٧٢ر٦٦٧ = ٥٥ر

" " " " الثانى " " " " = ٦٠ ÷ ٧٢ر٦٦٧ = ٨٣ر

" " " " الثالث " " " " = ٨٠ ÷ ٧٢ر٦٦٧ = ١ر١٠

" " " " الرابع " " " " = ١١٠ر٦٦٧ ÷ ٧٢ر٦٦٧

= ١ر٥٢

وبموجب هذه الارقام القياسية يتم تقدير حجم المبيعات لعام ١٩٨٢ لكل ربع من أرباع السنة :

الربع الأول = مجموع المبيعات المتوقعة / ٤ × الرقم القياسي للربع الاول

$$= \frac{٤٤٧٫٣٣٩}{٤} \times ٫٥٥ = ٦١٫٤٩٥$$

$$" \text{ الثاني } = \frac{٤٤٧٫٣٣٩}{٤} \times ٫٨٣ = ٩٢٫٨٠٢$$

$$" \text{ الثالث } = \frac{٤٤٧٫٣٣٩}{٤} \times ١٫١ = ١٢٢٫٩٩١$$

$$" \text{ الرابع } = \frac{٤٤٧٫٣٣٩}{٤} \times ١٫٥٢ = ١٦٩٫٩٥١$$

٤٤٧٫٣٣٩

<u>المعدل المتحرك</u> : ان التنبوء باستخدام المعدل المتحرك يتم عن طريق ايجاد النقط للبيانات خلال الفترة المرغوب فيها . وعموما يتم استخدام مجموع الارقام فى خلال سنة واحدة وذلك للتغلب على المتغيرات الموسمية . وبذلك يتم التخلص من تأثير القيم المرتفعة والمنخفضة خلال السنة ( Riggs, 1970 ) .

ونجد أن هذا النموذج يعطي وزن أكبر للفترات الحديثة عند التنبوء . وبتحديد عدد الفترات المشتملة فى حساب المتوسط المتحرك يجب فحص كل موقف على حده ، اذ أن الامر ليس بالسهولة المتصورة . فنجد أنه اذا تم استخدام فترات قليلة فان التنبوء سوف يتذبذب بدرجة كبيرة متأثرا بالتغيرات العشوائية فى الطلب . واذا تم استخدام عدد أكبر من الفترات فان المتوسط فى هذه الحالة يكون ثابتا نسبيا . فاذا كان الطلب فى اتجاه معين فى الغالب ، فان المتوسط المتحرك يكون دائما تابعا لذلك الاتجاه ، ولكن اذا كان عدد الفترات فى المتوسط متغيرا فان درجة التبعية تكون

أقـل ( Tersine, 1976 ).

وتمتاز طريقة المعدل المتحرك عن المعدل البسيط فى كونها تتطلب اجتساب المعدل بالتعاقب . أى أن كل معدل مستخرج يمتاز عن سابقة باحتوائه على بيانات لفترة زمنية لاحقة واستبعاده لبيانات سبق أن تضمنها المعدل السابق . وبذلـك يتم التخلص من أثر التقلبات الموسمية والدورات التى قد تسبب فى انحـراف التنبـؤات ( Mayer, 1969 ).

مـثـال :

بفرض توافر المعلومات الآتية عن حجم المبيعات ، فالمطلوب استخدام طريقة المعدل المتحرك للتنبؤ بقيمة المبيعات للربع الاول والثانى من عام ١٩٨٤م.

| الربـع | ١٩٧٩ | ١٩٨٠ | ١٩٨١ |
|---|---|---|---|
| الربع الاول | ١٩ | ٢١ | ٢٥ |
| الربع الثانى | ١٩ | ٢٢ | ٢٢ |
| الربع الثالث | ٢٠ | ٢١ | ٢٣ |
| الربع الرابـع | ٢١ | ٢٢ | ٢٥ |

الحـــل : يوضح الجدول رقم ( ٣٥ ) طريقة حساب المعدل المتحرك للاربعـة فصول ، والمعدل المتحرك المركزى ، والارقام القياسية الموسمية .

جـــــــدول ( ٣٥ )

| السنة | الربع | المبيعات | المعدل المتحرك لاربعة فصول | المعدل المتحرك المركزى | الارقام القياسية الموسمية |
|---|---|---|---|---|---|
| ١٩٧٩ | الاول | ١٩ | | | |
| | الثانى | ١٩ | | | |
| | الثالث | ٢٠ | ١٩ر٧٥ | ٢٠ر٠ | ١ |
| | الرابع | ٢١ | ٢٠ر٢٥ | ٢٠ر٦ | ١ر٠١٩ |
| ١٩٨٠ | الاول | ٢١ | ٢١ر٠٠ | ٢١ر١ | ٩٩٥ر |
| | الثانى | ٢٢ | ٢١ر٢٥ | ٢١ر٤ | ١ر٠٢٨ |
| | الثالث | ٢١ | ٢١ر٥٠ | ٢٢ر٠ | ٩٥٥ر |
| | الرابع | ٢٢ | ٢٢ر٥٠ | ٢٢ر٥ | ٩٧٨ر |
| ١٩٨١ | الاول | ٢٥ | ٢٢ر٥٠ | ٢٢ر٨ | ١ر٠٩٦ |
| | الثانى | ٢٣ | ٢٣ر٠٠ | ٢٣ر٤ | ٩٤٠ر |
| | الثالث | ٢٣ | ٢٣ر٧٥ | | |
| | الرابع | ٢٥ | | | |

حساب معدلات الارقام القياسية للفصول المختلفـــــة

| | الاول | الثانى | الثالث | الرابع |
|---|---|---|---|---|
| | ٩٩٥ر | ١ر٠٢٨ | ١ر٠٠٠ | ١ر٠١٩ |
| | ١ر٠٩٦ | ٩٤٠ر | ٩٥٥ر | ٩٧٨ر |
| المجمـــوع | ٢ر٠٩١ | ١ر٩٦٨ | ١ر٩٥٥ | ١ر٩٩٧ |
| ÷ | ٢ر٠٠٠ | ٢ر٠٠٠ | ٢ر٠٠٠ | ٢ر٠٠٠ |
| معدل الارقام القياسية = | ١ر٠٤٦ | ٩٨٤ر | ٩٧٨ر | ٩٩٩ر |

الوسط الحسابى لمعدلات الارقام القياسية = ١ر٠٤٦ + ٩٨٤ر + ٩٧٨ر + ٩٩٩ر / ٤

= ٤ر٠٠٧ / ٤ = ١ر٠٠٢

ولابد من أن يكون الوسط الحسابى لتلك المعدلات = ١

ولذلك لابد من طرح ٠٠٢ر من كل معدل للارقام القياسيـــــة .

| الرقـــم القياسى المعـــدل | | كنسبة مئويـة |
|---|---|---|
| الاول | ١٫٠٤٤ | ١٠٤٫٤ |
| الثانى | ٩٨٢ر | ٩٨٫٢ |
| الثالث | ٩٧٦ر | ٩٧٫٦ |
| الرابع | ٩٩٧ر | ٩٩٫٧ |

حجم المبيعات المتوقع للربع الاول من عام ١٩٨٢ =

قيمة المعدل المتحرك المركزى للربع الاول من عام ١٩٨١ × الرقم القياسى المعدل للفـــترة

= ٣٢٫٨ × ١٫٠٤٤ = ٣٣٫٨٠٣

حجم المبيعات المتوقع للربع الثانى من عام ١٩٨٢ =

قيمة المعدل المتحرك المركزى للربع الثانى من عام ١٩٨١ × الرقم القياسى المعدل للفـــترة

= ٣٣٫٤ × ٩٨٢ر = ٣٢٫٩٧٩

**ملاحظات حول طريقة الحل :**

**أولا** : إن الارقام المدرجة فى عمود "المعدل المتحرك لاربعة فصول" تـــم استخراجها على النحو التالى :-

المعدل المتحرك للفترة الاولى ( والذى يمثل منتصف المسافة بين الفصل الثانــى والثالث من عام ١٩٧٩ ) يتم حسابه كالآتى :-

المبيعات للفصل الأول + المبيعات للفصل الثانى + المبيعات للفصل الثالــث + المبيعات للفصل الرابع من عام ١٩٧٩ / ٤ = $\frac{١٩ + ١٩ + ٢٠ + ٢١}{٤}$ = ١٩٫٧٥

وأيضا المعدل المتحرك للفترة الثانية ( والذى يمثل منتصف المسافة بيــن

الفصل الثالث والرابع من عام ١٩٧٩) يتم حسابه كالاتى :-

مبيعات الفصل الثانى من عام ١٩٧٩ + مبيعات الفصل الثالث + مبيعات الفصل الرابع + مبيعات الفصل الأول من عام ١٩٨٠ / ٤ = $\frac{١٩ + ٢٠ + ٢١ + ٢١}{٤}$ = ٢٠ر٢٥

وهكذا بالنسبة للمعدلات المتحركة الأخرى ٠

ثانيا : الأرقام المدرجة فى عمود المعدل المتحرك المركزى قد تم استخراجها كالآتى :-

المعدل المتحرك للفترة الاولى ( وهذا يخص الفصل الثالث من عام ١٩٧٩) عبارة عن الوسط الحسابى للمعدلين المتحركين للفترة الأولى والثانية ٠ وأيضا المعدل المتحرك المركزى للفترة الثانية ، عبارة عن الوسط الحسابى للمعدلين المتحركين للفترة الثانية والثالثة فى عمود المعدل المتحرك ٠ وهكذا بالنسبة لباقى المعدلات المتحركة المركزة ٠

ثالثا : إن الأرقام فى عمود الأرقام القياسية عبارة عن خارج قسمة المبيعات الحقيقية للفصول ذات العلاقة على المعدلات المتحركة المركزة ٠ ويتم حسابها كالآتى :-

الرقم القياسى الأول = $\frac{\text{المبيعات الحقيقية للفصل الثالث من عام ١٩٧٩}}{\text{المعدل المتحرك المركز لذلك الفصل}}$

= $\frac{٢٠}{٢٠}$ = ١ر٠٠

كما أن الرقم القياسى الثانى = $\frac{\text{المبيعات الحقيقية للفصل الرابع من عام ١٩٧٩}}{\text{المعدل المتحرك المركز لذلك الفصل}}$

= $\frac{٢١}{٢٠ر٦}$ = ١ر٠١٩

وهكذا بالنسبة لباقى الارقام القياسية الأخرى ٠

رابعا : بعد استخراج كافة الأرقام القياسية ، يتم ... وذلك بغرض

حساب الارقام القياسية لكل فصل من فصول السنة كل على حدة· كما هو مبين في الحل · ويجب ملاحظة أنه يجب أن يكون الوسط الحسابي لهذه المعدلات مساويا للواحد الصحيح · فاذا لم يكن مساويا للواحد الصحيح فيجب تعديل الأرقام كالآتي :ـ

الوسط الحسابي لمعدلات الأرقام القياسية = $\frac{١٫٠٤٦ + ٠٫٩٨٤ + ٠٫٩٧٨ + ٠٫٩٩٩}{٤}$

$= \frac{٤٫٠٠٧}{٤} = ١٫٠٠٢$

∴ الوسط الحسابي لمعدلات الأرقام القياسية لا يساوي الواحد الصحيح ، ولذلك يجب طرح الزيادة وهي ٠٫٠٠٢ من معدلات الأرقام القياسية· كما هو موضح في الحل السابق ·

<u>خامسا :</u> يتم بعد ذلك استخدام الأرقام القياسية المعدلة في حساب حجم المبيعات للمستقبل وذلك بواسطة ضرب الرقم القياسي المعدل في المعدل المتحرك المركز للفصل السنوي الذي يمثله هذا الرقم القياسي المعدل ·

<u>التهذيب الاسي ·</u> ان التنبوء يعتبر عنصر أساسي في اتخاذ القرارات وخصوصا عند التخطيط والرقابة على العمليات· فنجد ان الطرق البسيطة أكثر شيوعا في الاستعمال عن الطرق المعقدة· ويعتبر التهذيب الاسي من الطرق سهلة الاستعمال نسبيا ( Stimar, 1981 )· ونظرا لان المنشآت تتجه نحو تنويع المنتجات ، فان هذا يتطلب القيام بعملية التنبوء دوريا أي في فترات منتظمة من أجل اتخاذ القرار الرشيد المتعلق بالانتاج والتخزين ·

ان طريقة التهذيب الاسي تقوم بالتحكم في الخصائص المهذبة بواسطة اضافة معامل يسمى ثابت التهذيب ($\alpha$) ، والذي يوجه تركيزه أكثر على البيانات الحديثة· ويمكن تطبيق التهذيب الأسي على أي طريقة من طرق السلاسل الزمنية· ولكن سوف يقتصر هنا تطبيقه على المعدل البسيط ( Geoffrion, 1969 )·

وللقيام بعملية التنبوء يتم استخدام المعادلة الاتية (Riggs, 1970):

$$ت_{ن} = ت_{ن-١} + \propto (ص_{ن-١} - ت_{ن-١})$$

حيث أن

$ت_{ن}$ = التنبوء للعام القادم

$ت_{ن-١}$ = التنبوء للمدة السابقة

$\propto$ = ثابت التهذيب (تنحصر قيمتها صفر $\leqslant \propto \leqslant$ ١)

$ص_{ن-١}$ = القيم الحقيقية للمدة السابقة

وعلى ذلك ، فان التنبوء المهذب يكون مساوى للتنبوء المهذب للمدد السابقة مضافا اليه جزء من الفا ($\propto$) للفرق بين المتنبأ به والقيم الحقيقية خلال المدد السابقة ، ولذلك يجب معرفة قيمة $\propto$ والتنبوءات السابقة قبل القيام بعملية التنبوء .

وعندما يكون متوفر لدينا المعلومات ، فان القيمة المبدئية $ت_{ن-١}$ تكون عبارة عن الوسط الحسابى للبيانات المتاحة . ونجد أنه كلما كان عدد السنوات المتاحة كبير فان التقدير يكون ثابت جدا ولكن لا يعكس البيانات الحديثة . واذا لم تتوفر معلومات ، فان $ت_{ن-١}$ يتم تقديرها بناء على الرأى والحكم الشخصى .

ان الاساس الرشيد لاختيار قيمة $\propto$ يكون شبيها بذلك الاسلوب الذى يستخدم لاختيار عدد الفترات التى يتم على أساسها حساب المتوسط المتحرك . عموما فان قيمة $\propto$ تكون بين ١ر ، ٣ر . ان الاستجابة مع التغيرات فى النموذج تتحسن مع ارتفاع قيمة $\propto$ . كما أن المتوسط المتحرك يتحسن مع انخفاض عدد الفترات المأخوذ عنها المتوسط .

ويتم القيام بعملية التنبوء فى هذا الاسلوب كالآتى :-

نفترض أن $ت_{صفر}$ يكون التنبوء الأول ، $ت_{١}$ ، $ت_{٢}$ ، $ت_{٣}$ ..... الخ التنبوءات

التابعة للأول ، وبالتالي نجد أن سلسلة التنبوءات سوف تظهر كالاتــى : ـ

الفترة الأولــى $\text{ت}_{1} = \alpha\,\text{ص}_{\text{صفر}} + (1-\alpha)\,\text{ت}_{\text{صفر}}$

الفترة الثانية $\text{ت}_{2} = \alpha\,\text{ص}_{1} + (1-\alpha)\,\text{ت}_{1}$

$$= \alpha\,\text{ص}_{1} + (1-\alpha)\left[\alpha\,\text{ص}_{\text{صفر}} + (1-\alpha)\,\text{ت}_{\text{صفر}}\right]$$

الفترة الثالثة $= \alpha\,\text{ص}_{2} + (1-\alpha)\,\text{ت}_{2}$

$$= \alpha\,\text{ص}_{2} + (1-\alpha)\left[\alpha\,\text{ص}_{1} + (1-\alpha)\left[\alpha\,\text{ص}_{\text{صفر}} + (1-\alpha)\,\text{ت}_{\text{صفر}}\right]\right]$$

$$= \alpha\,\text{ص}_{2} + \alpha(1-\alpha)\,\text{ص}_{1} + (1-\alpha)^{2}\left[\alpha\,\text{ص}_{\text{صفر}} + (1-\alpha)\,\text{ت}_{\text{صفر}}\right]$$

وعموما فان :ـ

$$\text{ت}_{\text{ن}} = \alpha\,\text{ص}_{\text{ن}-1} + (1-\alpha)\,\text{ت}_{\text{ن}-1}$$

$$= \alpha\,\text{ص}_{\text{ن}-1} + \alpha(1-\alpha)\,\text{ص}_{\text{ن}-2} + \alpha(1-\alpha)^{2}\,\text{ص}_{\text{ن}-3} + \cdots + (1-\alpha)^{\text{ن}}\,\text{ص}_{\text{ن}-\text{ن}}$$

حيث أن :ـ

$\text{ت}_{\text{ن}}$ = التنبوء لفترة ن

ص = البيانات التاريخيــة

$\text{ص}_{\text{ن}-\text{ن}}$ = التنبوء المبتدأ به ، ويساوي $\text{ت}_{\text{صفر}}$ .

ونجد أن كل العلاقات السابقة عبارة عن اتحادات خطية لكل البيانات السابقة موزونة تبعا لثابت المهذب ($\alpha$) . واذا كانت ($\alpha$) تساوي صفر ، فانه لن توجد بيانات نظرا لان التنبوء الاصلي مستقل ، وعندما تكون ($\alpha$) تساوي واحد ، فان التنبوء التالي يكون هو نفسه أحدث قيمة للبيانات يتم التنبوء على أساسها .

مثال / بفرض توافر المعلومات التالية (بالالف).

| السنــــة | ١٩٧٧ | ١٩٧٨ | ١٩٧٩ | ١٩٨٠ | ١٩٨١ |
|---|---|---|---|---|---|
| الربع الأول | ٢٠٠ | ٢٩٠ | ٢٨٠ | ٣١٠ | ٣٣٠ |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| الربع الثانـــى | ٣٨٠ | ٤٢٠ | ٣٧٠ | ٤٤٠ | ٤٥٠ |
| الربع الثالـث | ٣١٠ | ٣٢٠ | ٢٩٠ | ٣٠٠ | ٣٢٠ |
| الربع الرابع | ١٣٠ | ١٩٠ | ٢٠٠ | ٢١٠ | ٢٣٠ |
| المجمـــوع | ١١٢٠ | ١٢٣٠ | ١١٤٠ | ١٢٦٠ | ١٣٤٠ |

وبفرض أن قيمة ( ∝ ) = ٢ر ، ٨ر على التوالى

والمطلوب التنبوء بمبيعات ١٩٨٢ باستخدام التهذيب الأســـى .

**الحــــل :** فى حالة قيمة ∝ = ٢ر

ت ١٩٨٢ = ٢ر(١٣٤٠) + ٢ر (٨ر) (١٢٦٠) + ٢ر (٨ر)$^{٢}$ (١١٤٠) + ٢ر (٨ر)$^{٣}$ (١٢٣٠)

+ (٨ر)$^{٤}$ (١١٢٠) = ٢٦٨ + ١٦ر(١٢٦٠) + ١٢٨ر(١١٤٠) + ١٠٢ر(١٢٣٠) + ٤١ر(١١٢٠) =

= ٢٦٨ + ٦ر٢٠١ + ٩٢ر١٤٥ + ١٣٣ + ٢ر٤٥٩

= ٧٢ر١١٩٢ أو ٧٢٠ر١١٩٢ر١ جنيه

اذا كانت قيمة ∝ = ٨ر

∴ ت ١٩٨٢ = ٨ر (١٣٤٠) + ٨ر (٢ر) (١٢٦٠) + ٨ر (٢ر)$^{٢}$ (١١٤٠) + ٨ر (٢ر)$^{٣}$ (١٢٣٠)

+ (٢ر)$^{٤}$ (١١٢٠)

= ١٠٧٢ + ٦ر٢٠١ + ٤٨ر٣٦ + ٨٧٢ر٧ + ٧٩٢ر١

∴ = ٧٤٤ر١٣١٩ أو ٧٤٤ر٣١٩ر١ جنيه .

ومن ذلك نجد أهمية اختيار قيمة ∝ ومدى تأثيرها على التنبوء . ويمكـــن التنبوء بالمبيعات المختلفة لكل ربع من أرباع السنة وذلك بالبدء من متوســـط الربع الأول أو المتوسط المتحرك للربع الأول ١٩٨٠ .

وبفرض أن قيمة ∝ ١٥ر ، ومعادلة التنبوء

ت ن = ت ن-١ + ١٥ر ( ص ن-١ - ت ن-١ )

المتوسط البسيط :

ت ن - ١ = ت للربع الاول ١٩٨١

= $\frac{٣١٠ + ٢٨٠ + ٢٤٠ + ٢٠٠}{٤}$ = ٢٧٠

ص ن - ١ = ص للربع الاول ١٩٨١

= ٣٣٠

ت ن = ت للربع الاول ١٩٨٢

= ٢٧٠ + ١٥ر (٣٣٠ - ٢٧٠ )

= ٢٧٠ + ٩ = ٢٧٩ أو ٠٠٠ر٢٧٩ جنيه

المعدل المتحرك :

ت ن - ١ = ٣٢٦ بفرض أن المتوسط المتحرك المركز لأربع فترات هو (٣٢٦).

ص ن - ١ = ٣٣٠ ، ت ن = ٣٢٦ + ١٥ر (٣٣٠ - ٣٢٦)

ت ن = ٣٢٦ + ٦ر = ٦ر٣٢٦ أو ٦٠٠ر٣٢٦ جنيه .

ونجد أن التنبوء يختلف كما هو واضح من الحسابات السابقة ، وهذا يوضح مدى أهمية اختيار طريقة التنبوء السليمة ، لأن ذلك يوءثر على القيمة المتنبوء بها كثيراً ...

- بوكس جنكنس " Box - Jenkins " تعتبر طريقة التهذيب الاسى أحد الطرق المتعلقة بطريقة بوكس جنكنس ، وهنا نجد أنه يتم استخدام السلاسل الزمنية فى شكل نموذج رياضى يمكن من تحقيق أقصى كفاءة ممكنة فى التنبوء ، حيث يمكن ذلك النموذج من تخفيض الاخطاء التاريخية فى التنبوء عنه فى أى نموذج آخر ، وهذه الطريقة تعتبر من أكفأ وأدق الطرق الروتينية الممكنة حاليا ، ولكنها

تعتبر أيضا من أكثر الطرق تكلفة واستفاذا للوقت. وتعتبر هذه الطريقة على درجة من الفعالية فى التنبوء للأجل القصير ، ولكنها تعتبر غير فعالة للتنبوء للأجل الطويل ، أما فعاليتها فى التنبوء للأجل المتوسط فقد تتراوح بين الفعالية وعدم الفعالية. وتستخدم هذه الطريقة عادة فى رقابة الانتاج والمخزون للمنتجات التى تنتج بأحجام كبيرة . كما قد تستخدم فى التنبوء بالميزانيات التقديرية النقدية.

<u>س- ١١ " X – 11 " :</u> لقد تم تطوير هذه الطريقة بواسطة مكتب احصائيات تعداد السكان بامريكا . وفى هذه الطريقة يتم تقسيم السلاسل الزمنية الى موسمية ، ودورية ، وغير منتظمة. وتستخدم هذه الطريقة مبدئيا للتحليل التفصيلى للسلاسل الزمنية. ولكن يمكن أن تمتد استخداماتها الى التنبوء ومراجعة التنبوءات المعدة مسبقا وذلك بالاستفادة من الطرق الأخرى معها . وتحتاج هذه الطريقة الى قدر معين من المعرفة عند تطبيقها . كما تعتبر من الطرق المفضلة للتنبوء للمدى المتوسط ، والذى يتراوح عادة ما بين ثلاثة شهور وسنة. كما أنها تكون عالية الفعالية أيضا فى التنبوء للمدى القصير والذى يكون عادة أقل من ثلاثة شهور ، ولكنها تعتبر غير فعالة فى التنبوء للمدى الطويل .

<u>تقدير الاتجاه.</u> يتلاءم هذا الاسلوب مع استخدام المعادلات الرياضية التى تتضمن خط الاتجاه ، بحيث يمكن تقدير الاتجاه المستقبل من خلال المعادلات. ويوجد تفريعات عديدة لهذا الاسلوب من بينها : طريقة خصائص الميل ، وطريقة اللوغاريتمات ذات الحدين ، وغيرها . وبالرغم من ملاءمة هذا الاسلوب للتنبوء للأجل المتوسط والأجل الطويل ، الا أنه يعتبر أكثر ملاءمة للتنبوء قصير الأجل . ويستخدم هذا الاسلوب للتنبوء بالمبيعات بالنسبة للمنتجات الجديدة على وجه الخصوص .

**استخدام خرائط المراقبة.** يمكن استخدام خرائط المراقبة للمتوسط الحسابي الحسابي البسيط وطريقة المربعات الصغرى وذلك لمعرفة ما اذا كان التنبوء في حدود الرقابة الاحصائية أم لا . ويتم ذلك بواسطة حساب الخطأ المعياري لكل طريقة. وبفرض أن ص َ تعتبر المتوسط الحسابي للبيانات المتاحة لدينا ( Riggs, 1970 ). وللتوضيح فسوف نطرح المثال التالي .

| السنة | المبيعات (ص) | ص َ | (ص - ص َ) | $(ص - ص َ)^2$ |
|---|---|---|---|---|
| ١٩٧٧ | ٢٠٨ | ٢١٧ر٨ | - ٩ر٨ | ٩٦ر٠٤ |
| ١٩٧٨ | ٢١٩ | ٢١٧ر٨ | ١ر٢ | ١ر٤٤ |
| ١٩٧٩ | ٢١٠ | ٢١٧ر٨ | - ٧ر٨ | ٦٠ر٨٤ |
| ١٩٨٠ | ٢٢٢ | ٢١٧ر٨ | ٤ر٢ | ١٧ر٦٤ |
| ١٩٨١ | ٢٣٠ | ٢١٧ر٨ | ١٢ر٢ | ١٤٨ر٨٤ |
| المجموع | ١٠٨٩ | | صفر | ٣٢٤ر٨٠ |

وقد تم حساب الوسط الحسابي ص َ كالاتي :-

$$ص َ = \text{مجموع القيم للمبيعات} \div \text{عدد السنين} = \frac{مج\ ص}{ن}$$

$$= \frac{١٠٨٩}{٥} = ٢١٧ر٨$$

$$\text{الخطأ المعياري} (ع_م) = \sqrt{\frac{مج\ (ص - ص َ)^2}{ن - ١}} = \sqrt{\frac{٣٢٤ر٨٠}{٤}} = \sqrt{٨١ر٢}$$

= ٩ر٠١ تقريبا.

حيث أن :-

ص = قيم المبيعات التاريخية .

ص َ = قيم المبيعات المتنبأ بها .

ن - ١ = عدد درجات الحرية .

وقد كانت معادلة التنبوء التي تم حسابها باستخدام طريقة المربعات

الصفري هي :

$$ص_م = ٢١٧٫٨ + ٢٫٤ س$$

وعلى ذلك يمكن حساب قيم المبيعات المتنبأ بها ( $ص_م$ ) لكل سنة باستخدام المعادلة السابقة للتنبوء ، وذلك كما هو موضح بالجدول الاتي :-

| السنة | ص | $ص_م$ | $ص - ص_م$ | $(ص - ص_م)^2$ |
|---|---|---|---|---|
| ١٩٧٧ | ٢٠٨ | ٢٠٨٫٤ | - ٫٤ | ٫١٦ |
| ١٩٧٨ | ٢١٩ | ٢١٣٫١ | ٥٫٩ | ٣٤٫٨١ |
| ١٩٧٩ | ٢١٠ | ٢١٧٫٨ | - ٧٫٨ | ٦٠٫٨٤ |
| ١٩٨٠ | ٢٢٢ | ٢٢٢٫٥ | - ٫٥ | ٫٢٥ |
| ١٩٨١ | ٢٣٠ | ٢٢٧٫٢ | ٢٫٨ | ٧٫٨٤ |
| المجموع | | | صفر | ١٠٣٫٩٠ |

$$\therefore ع_م = \sqrt{\frac{مج (ص - ص_م)^2}{ن - ٢}} = \sqrt{\frac{١٠٣٫٩}{٣}} = ٥٫٩١ \text{ تقريبا}$$

ويجب ملاحظة أن درجات الحرية لخط التنبوء المستوى يساوى (٥ - ١) ٤ ، بينما درجات الحرية لميل الخط المستقيم يساوى (٥ - ٢) ٣ . فنجد أن الفرق يحسب على أساس عدد الثوابت في كل معادلة ، ففى حالة خط التنبوء المستوى (المتوسط البسيط ) لا يوجد الثابت ب (ميل الخط يساوى صفر). أما في معادلة الخط المستقيم (مربعات الصغرى) فيوجد ثابتين وهما أ ، ب . وأيضا نجد أن الخطأ المعيارى لخط ميل الاتجاه أقل من الخطأ المعيارى لمعادلة الخط المستوى وهذا يعني أن البيانات المتنبوء بها أكثر ملاءمة .

أيضا فقد تم افتراض أن قيم المبيعات المتحدة مع كل قيمة لس لها نفس التوزيع وأن التباين متساوى لكل منهم . وتم استخدام $ع_م$ كتقدير (σ) لسيجما

وكلما كانت البيانات المتاحة لعدد أكبر من السنين كلما كان التقدير أفضل تمثيلا للمجتمع . فاذا كانت البيانات التاريخية المتاحة لدينا لمدة ٣٠ سنة فيمكن افتراض أن قيم ص موزعة طبيعيا . وتحت ذلك الافتراض فان ٩٥٪ من الملاحظات تقع بين ± ٢ ع م وذلك من الوسط الحسابى (أى أن ص م ± ٢ ع م ). ومع عدد قيم أقل من ٣٠ ، فعادة تتبع البيانات توزيع ت " T Distribution " .

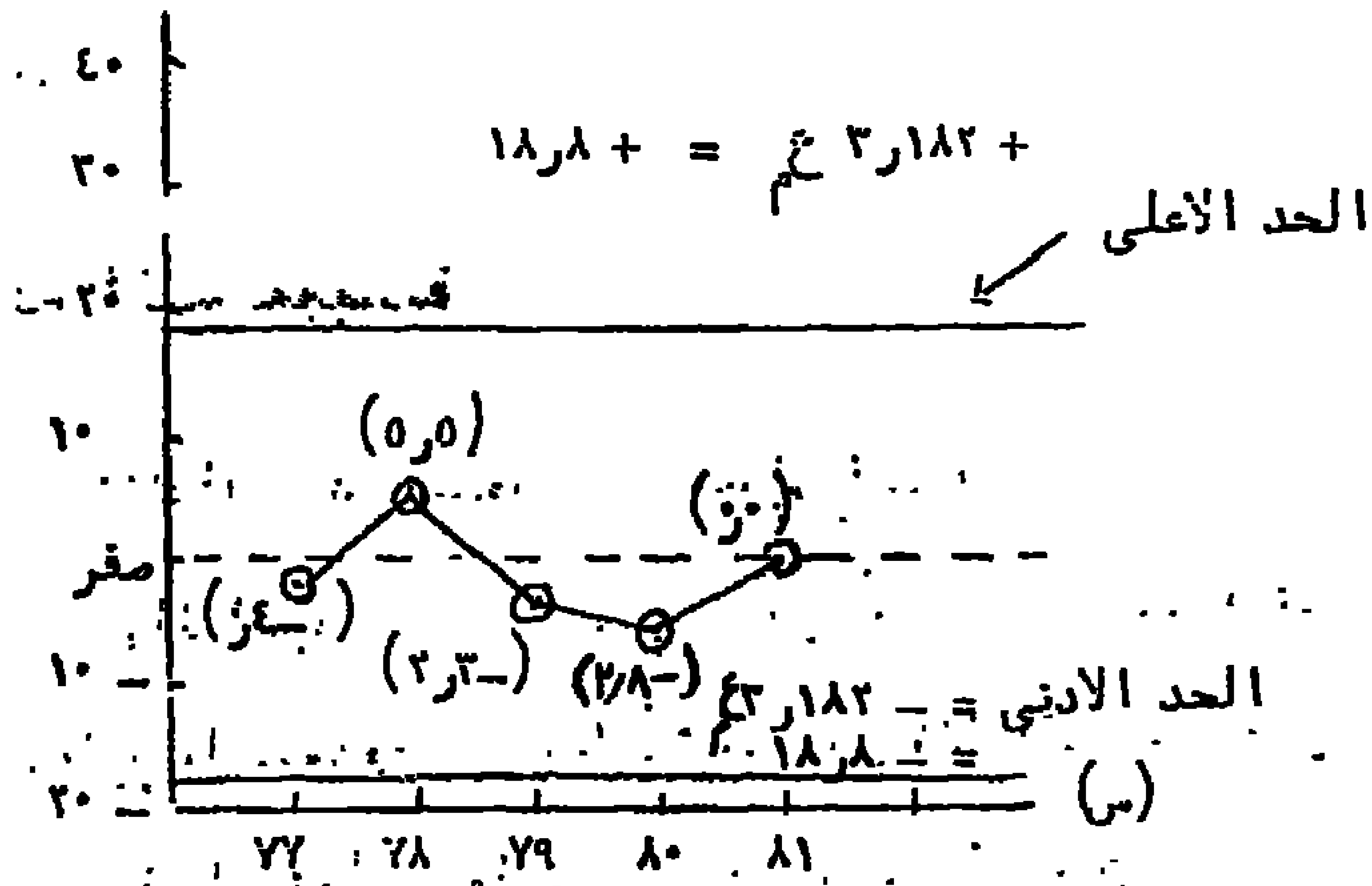
ان الخطأ المعيارى يعطى مقياس معقول للعلاقة بين الخط الموفق والبيانات التاريخية . ولكن نجد أن الخطأ المعيارى بنفسه كمقياس لا يوضح كيف يوفق الخط مع المستقبل . ويتم استخدام الحكم الشخصى وذلك عن طريق القيام بتوقيع البيانات الموجودة والبيانات الجديدة على الخرائط . والناتج مع حساب الخطأ المعيارى يوضح حدود المراقبة ويعطى توضيح لمعادلة التنبؤ وما اذا كانت تحتاج الى تعديل أم لا .

ولتوضيح ذلك نقوم برسم خرائط المراقبة للمثال السابق لكل حالة (حالة استخدام طريقة المتوسط الحسابى البسيط ، وطريقة المربعات الصغرى). وعلى أساس استخدام ٩٥٪ مستوى ثقة وباستخدام توزيع ت نظرا لقلة عدد البيانات المتاحة لدينا فى هذا المثال ، فيوضح الشكل رقم (٣٢) ، (٣٣) ذلك .

ومن الجدير بالملاحظة هو أن حدود الرقابة الاحصائية المبينية على أساس الخطأ المعيارى يمكن تطبيقها لمختلف أشكال خرائط المراقبة . ويلاحظ من شكل (٣٢) أنه قد تم توقيع الانحرافات المتراكمة للقيم التاريخية عن القيم المتنبأ بها بشكل عام . أما بالشكل (٣٣) فقد تم توقيع الملاحظات الحقيقية (البيانات التاريخية للمبيعات) مباشرة .

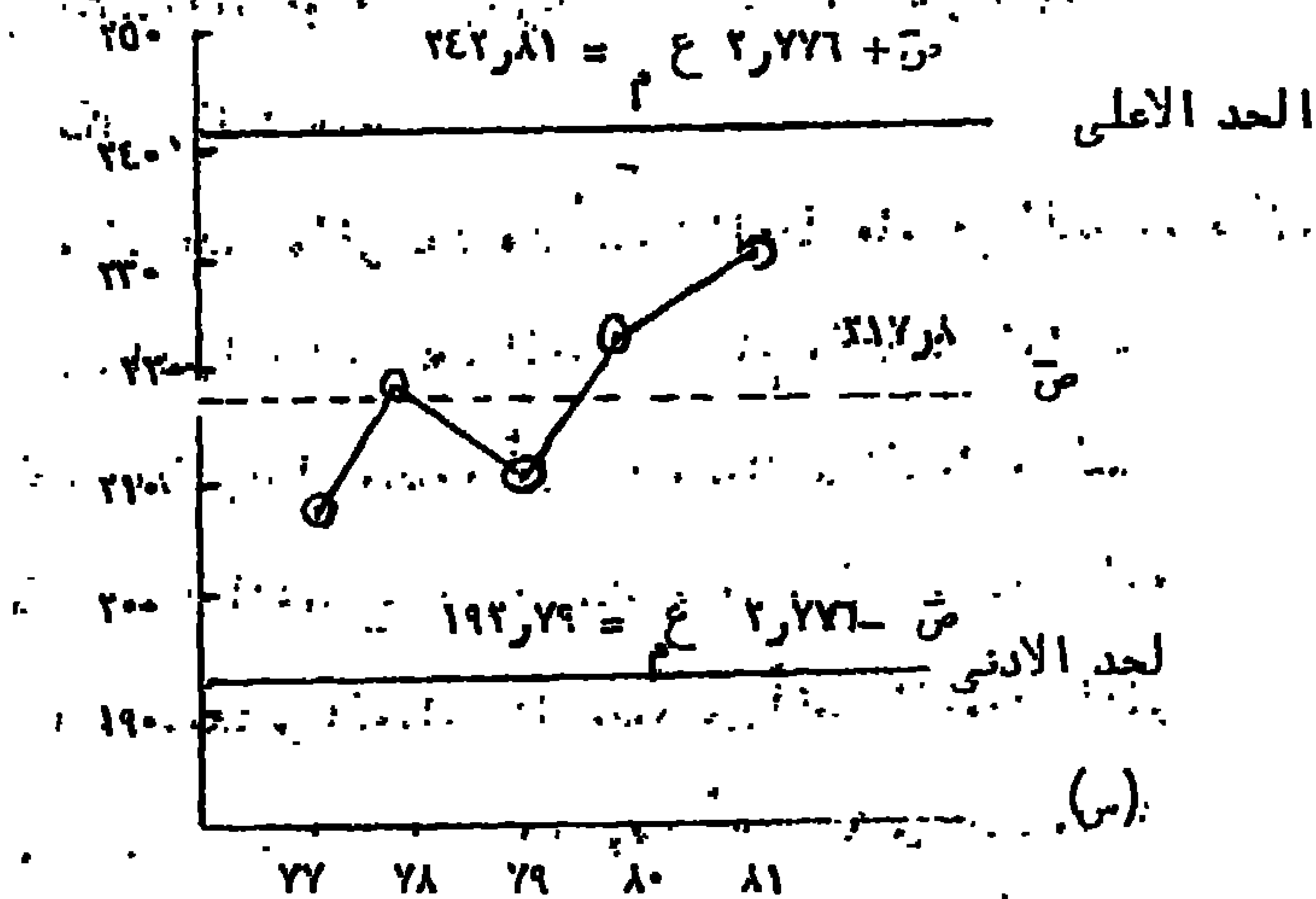
شـــــــــكل (٣٢)

الخريطة المتراكمة (ص - ص) في حالة استخدام طريقة المربعات الصغرى




شـــــــــكل (٣٣)

خريطة المراقبة للمبيعات باستخدام الوسط الحسابي البسيط



ونلاحظ أيضا من الشكل أن جميع النقاط في حدود الرقابة الاحصائية الموضوعة. ولكن اذا وقعت احدى النقط خارج نطاق تلك الحدود فمعنى ذلك أنه يوجد انحراف ويجب على القائم بالتنبوء معرفة السبب فى وجود هذا الانحراف وهل هو راجع الى عوامل الصدفة أم الى أسباب أخرى وبالتالى يحتاج الى اجراء تعديل وتغيير الاتجاه.

## النماذج السببية

وتستخدم تلك النماذج عندما يكون متوفر لدى المحلل معلومات تاريخية ويوجد علاقة بين الظاهرة محل الدراسة وظواهر أخرى. وتعتبر النماذج السببية من أعقد النماذج المستخدمة فى التنبوء حيث أن تلك النماذج تعبر رياضيا عن العلاقات السببية المرتبطة، وأنه يمكن الاخذ فى الحسبان كل شئ معروف عن حركة وتدفق النظام واستخدام التنبوءات للاحداث المتشابهة مثل حركات المنافسة والاضراب والترويج . فلو أن المعلومات كانت متاحة، فان النموذج عموما سوف يشمل على عوامل لكل موقع على خريطة التدفق أو الحركة ووصف تلك العلاقات وربطها بالمعدلات لكل حركة المنتجات.

وفى حالة عدم توافر بعض من أنواع المعلومات فى البداية فيكون من الضرورى وضع افتراضات عن بعض العلاقات، ثم اكتشاف ماذا يحدث لتقرير أو تحديد ما اذا كانت الافتراضات صحيحة أم لا. وتستخدم النماذج السببية لاثبات ذلك تماما. هذا ويمكن تعديل النموذج بصورة مستمرة فى حالة معرفة معلومات أكثر عن الظواهر محل الدراسة. وتعتبر النماذج السببية من أفضل النماذج للقيام بعملية التنبوء (Chembers, et.al., 1976). ومن أهم الطرق المستخدمة نموذج الانحدار والارتباط.

نموذج الانحدار • ان هذا النموذج يبنى على أساس ربط المبيعات ببعض المتغيرات الخارجية ، والقيام بتقدير المعادلة مستخدمين طريقة المربعات الصغرى • ونجد أن العلاقات مبدئيا يتم تحليلها احصائيا • ويجب اختيار العلاقات واختبارها فى البداية • ونجد أن مدى الاعتماد على تلك الطريقة بالتنبوء فى المدى القصير أو المتوسط تعتبر فوق الجيد • أما فى التنبوء بالأجل الطويل فتعتبر ضعيفة • وتستخدم فى القيام بالتنبوءات بالمبيعات بواسطة مستويات الانتاج ، وأيضا بالتنبوء بالعوائد • ونجد أنه يجب أن توجد علاقة بين بعض الظواهر حتى يمكن القيام بعملية التنبوء •

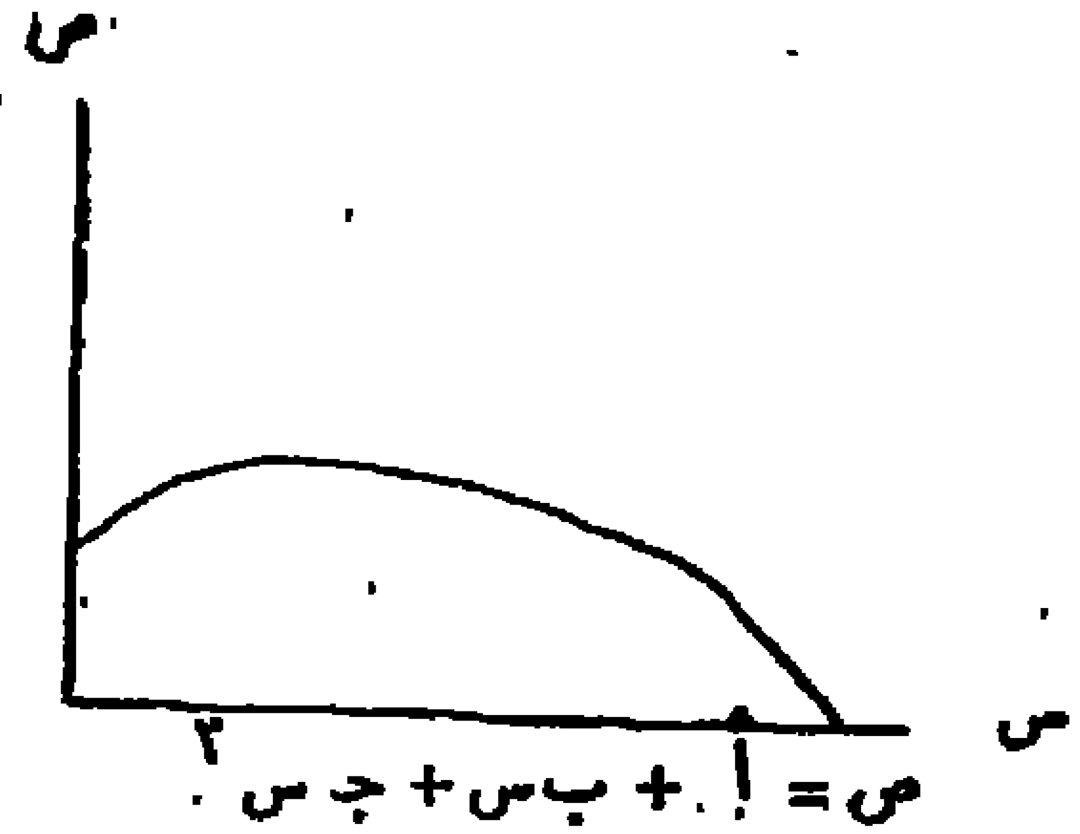
نموذج الارتباط • ان تحليل الارتباط يوضح درجة العلاقة بين المتغيرات (مثال مبيعات السلعة التى تقوم المنشأة بانتاجها والعوامل التى تؤثر عليها كالاسعار والدخل القومى ، ومبيعات سلعة أخرى ••••• الخ ). وفى تلك الطريقة يتم حساب قيمة ع م ( الخطأ المعيارى ) لرؤية ما اذا كانت معادلة التنبوء توضح العلاقة بين المتغير التابع (ص) والمتغير المستقل ( س السنوات ).

ان تحليل الارتباط ليس مقتصرا استخدامه على السلاسل الزمنية وانما يمكن تطبيقه لاستقماء معادلة الانحدار للمتغيرات ذات العلاقة • ومعادلات التنبوء لخطوط الانحدار تربط المبيعات بالوقت وأيضا يمكن أن تربط المبيعات باجمالى الدخل القومى ، والنمو فى المجتمع ، وأى مؤثر اقتصادى آخر •

ان الارتباط البسيط يوضح العلاقة بين متغيرين متحدين أو مشتركين ويتحدد مع خط الانحدار كما هو موضح بالشكل رقم (٣٤) • أما الارتباط المركب أو المتعدد فيوضح العلاقة بين أكثر من متغيرين كما فى الشكل رقم ( ٣٥) • حيث يوضح العلاقة بين متغيرين مستقليين ومتغير واحد تابع • وسوف نقتصر فى الشرح على الارتباط الخطى البسيط •

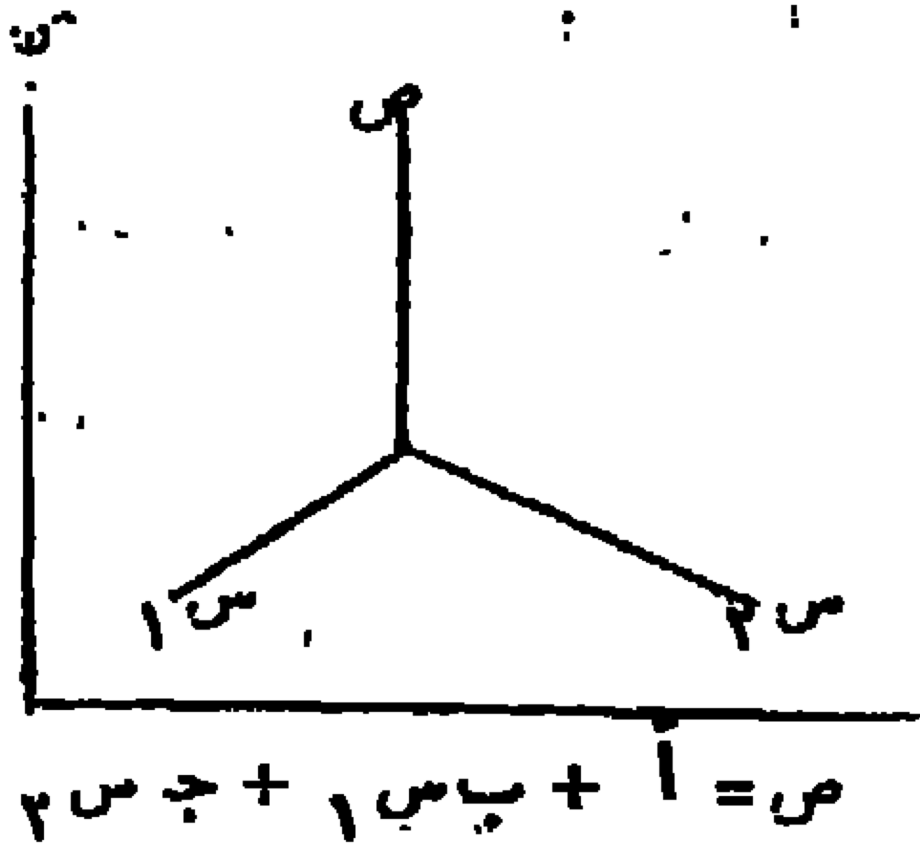
شـــــــكل (٣٤)

خط الانحدار لمتغير مستقل واحد




شـــــــكل (٣٥)

الارتبـــــاط المتعـــدد




ان تشتت النقط للبيانات (خط الانحدار) يتصف بالاتى ( Riggs, 1970 ):

مج ( ص - صَ )٢ = مج ( ص م - صَ )٢ + مج ( ص - ص م )٢

اجمالى التغير = التغير المشـــروح + التغير غير المشـــروح

<u>اجمالى التغـــير</u> : وهو عبارة عن انحراف ص عن صَ ، وكما هو موضح بالشكل رقم (٣٦) فانه عبارة عن المسافة الرأسية بين نقط البيانات والوسط الحسابـــى لكل الملاحظات ( صَ = مج ص / ن) وهذا يقيس اجمالى التشتت أو التغير للمتغـــير التابع (ص) وينقسم الى قسمين وهما التغير المشروح والتغير غير المشروح .

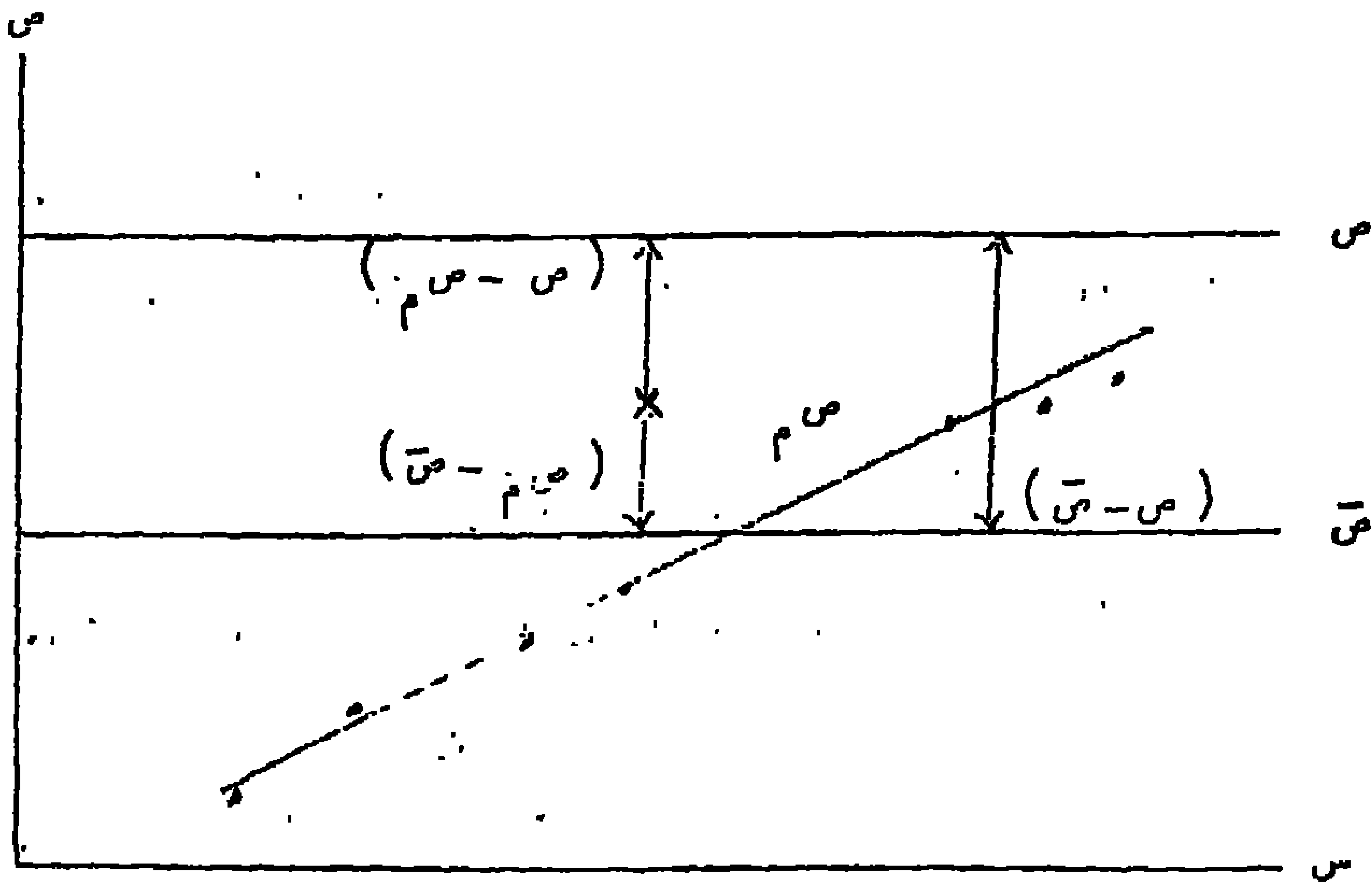
<u>التغـــير المـشروح</u> : ان التغير المشروح يتم تمثيله ب مج (ص م - صَ )٢ . وكما هو موضح بالشكل رقم (٣٦) فانه يمثل بالمسافة الرأسية بين خط الانحدار والخط الافقى عند صَ . ولذلك فان قيم مساوية لصفر لكل من أ ، ب لخط الانحدار لمتغيريـن تجعل ص م = صَ ، ومربع مجموع الانحراف مساويا للصفر . وهذا يجعل اجمالى الانحراف مساويا للانحرافات غير المشروحة كما هو الحال للتنبوء باستخـــدام طريقة المربعات الصغرى وهو ص م = ٢١٧٫٨ + ٧٫٤ س أى أن معادلة الخط قد تحسنت لان الجزء المشروح لاجمالى التغير قد زاد .

<u>التغـــير غـــير المـشـــــروح</u> : ان التغير غير المشروح عبارة عن مجموع

مربع الفرق بين مج ( ص - ص م )$^2$ ، وهذا يتم استخدامه لحساب الخطأ المعيارى للتقدير • ونظرا لان الخطأ المعيارى يقيس مدى توافق خط الانحدار للبيانات ، نهذا منطقيا مبنى على أساس الانحرافات غير المشروحة للخط الموفق ، وهذه القيمة (أى مج ( ص - ص م )$^2$) تكون مساوية للصفر فقط عندما تقع كل قيم البيانات على خط الانحدار • وبالطبع فان خط الانحدار يكون واضحا في تعريف العلاقات بين المتغيرات • وفي الحالات الشائعة وذلك عندما لا تنطبق البيانات مع معادلة التنبوء ، فنجد أن كل انحراف يظهر كمسافة رأسية بين نقط (ص) لخط الانحدار •

ان النسبة بين مجموع مربع الانحرافات غير المشروحه ومجموع مربع الانحرافات الاجمالية مج ( ص - ص م )$^2$ ÷ مج ( ص - ص̄ )$^2$ يقيس نسبة اجمالى الانحرافات غير المشروحة لخط الانحدار، ولذلك فان ١ - [مج ( ص - ص م )$^2$ / مج ( ص - ص̄ )$^2$] تقيس نسبة اجمالى الانحرافات المشروحة بواسطة خط الانحدار • وهذا يسمى بمعامل التحديد "Coefficient of Determination".

شكل (٢٦)



**معامل الارتباط** • ان الجذر التربيعي لمعامل التحديد هو معامل الارتباط •

$$\therefore ر = \sqrt{1 - \frac{مج (ص - ص_م)^2}{مج (ص - \bar{ص})^2}}$$

وتقع قيم معامل الارتباط بين - ١ ، + ١ ، فاذا كان معامل الارتباط موجبا فان ذلك يدل على أن المتغيرات في كل من المتغير التابع والمتغير المستقل تسير في نفس الاتجاه. بمعنى أن الزيادة في المتغير المستقل تؤدى الى الزيادة في المتغير التابع والعكس صحيح • أما اذا كان معامل الارتباط سلبيا فان ذلك يدل على أن التغيرات في كل من المتغير التابع والمستقل تسير في اتجاه عكسي •

**حساب قيمة معامل الارتباط (ر)**• عندما يتوفر لدينا معلومات كافية ، يمكن حساب معامل الارتباط (ر) مستخدمين المعادلة التالية :

$$ر = \frac{ن مج س ص - (مج ص)(مج س)}{\sqrt{ن مج س^2 - (مج س)^2}\sqrt{ن مج ص^2 - (مج ص)^2}}$$

وهذه المعادلة تكون ملائمة عندما لا نأخذ درجات الحرية في الاعتبار نظرا لتوفر معلومات كافيـة •

وعندما تكون المعلومات غير كافية ، يتم استخدام المعادلة الاتيـة :-

$$ر = \sqrt{1 - \frac{مج (ص - ص_م)^2 \div ن - 1}{مج (ص - \bar{ص})^2 \div ن - 1}}$$

وبناء على المعلومات في المثال السابق والمتعلق بخرائط المراقبة فان :

$$ر = \sqrt{1 - \frac{١٠٣٫٩ \div ٣}{٣٢٤٫٨ \div ٤}} = \sqrt{٫٥٧٣} = ٫٧٥٧$$

ان الانحراف الذي يشرح بواسطة معادلة خط الانحدار $ص_م$ = ٢١٧٫٨ + ٤٫٧ س يكون مساوى الـــى $(٫٧٥٧)^2$ ، أى أن ٥٧٫٣٪ من اجمالي الانحراف بين المبيعـات

الحقيقية ومتوسط المبيعات.

تحليل الانحدار والارتباط . يمكن الاستفادة من تحليل الارتباط فى التنبؤ بالمبيعات (ص) وحساب معامل الارتباط بين المتغير المستقل والمتغير التابع . فاذا كان معامل الارتباط بينهما عاليا فانه يمكن استخدام العلاقة بينهما والتى يمكن تمثيلها بالمعادلة الرياضية فى التنبؤ بالمبيعات (قيمة المتغير التابع).

ويتم استخدام معادلة التنبؤ الآتيــــة :-

$$ص_م = ا + ب س \quad \text{حيث أن}$$

$ص_م$ تمثل قيمة المبيعات المطلوب التنبؤ بها ، ا ، ب ثوابت ويتم حسابهمـا باستخدام المعادلتين الآتيتين :

$$ا = \frac{(\text{مجـ ص})(\text{مجـ س}^٢) - (\text{مجـ س ص})(\text{مجـ س})}{\text{ن مجـ س}^٢ - (\text{مجـ س})^٢}$$

$$ب = \frac{\text{ن مجـ س ص} - \text{مجـ س مجـ ص}}{\text{ن مجـ س}^٢ - (\text{مجـ س})^٢}$$

ولتوضيح كيفية استخدام هذه الطريقة نورد المثال التالــى :-

مـثـال : بفرض توافر المعلومات الآتية :

| السـنـة | مبيعـات السلعة (ن) (س) بالمليون وحـدة | مبيعات السلعة (ق) (ص) بالمليون وحدة |
|---|---|---|
| ١٩٦٩ | ٤ | ١٥ |
| ٧٠ | ٥ | ١٨ |
| ٧١ | ٥ | ٢١ |
| ٧٢ | ٦ | ٢٠ |
| ٧٣ | ٦ | ٢٢ |
| ٧٤ | ٧ | ٢٦ |
| ٧٥ | ٨ | ٢٧ |
| ٧٦ | ٨ | ٢٨ |
| ٧٧ | ٩ | ٣١ |

تابـــــع :

| | | |
|---|---|---|
| ٧٨ | ٩ | ٣٥ |
| ٧٩ | ١٠ | ٣٧ |
| ٨٠ | ١٠ | ٣٧ |
| ٨١ | ١١ | ٤١ |

والمطلوب التنبـــؤ بمبيعات السلعة (ص).

| السنة | س | ص | $\text{س}^2$ | $\text{ص}^2$ | س ص |
|---|---|---|---|---|---|
| ١٩٦٩ | ٤ | ١٥ | ١٦ | ٢٢٥ | ٦٠ |
| ٧٠ | ٥ | ١٨ | ٢٥ | ٣٢٤ | ٩٠ |
| ٧١ | ٥ | ٢١ | ٢٥ | ٤٤١ | ١٠٥ |
| ٧٢ | ٦ | ٢٠ | ٣٦ | ٤٠٠ | ١٢٠ |
| ٧٣ | ٦ | ٢٢ | ٣٦ | ٤٨٤ | ١٣٢ |
| ٧٤ | ٧ | ٢٦ | ٤٩ | ٦٧٦ | ١٨٢ |
| ٧٥ | ٨ | ٢٧ | ٦٤ | ٧٢٩ | ٢١٦ |
| ٧٦ | ٨ | ٢٨ | ٦٤ | ٧٨٤ | ٢٢٤ |
| ٧٧ | ٩ | ٣١ | ٨١ | ٩٦١ | ٢٧٩ |
| ٧٨ | ٩ | ٣٥ | ٨١ | ١٢٢٥ | ٣١٥ |
| ٧٩ | ١٠ | ٣٧ | ١٠٠ | ١٣٦٩ | ٣٧٠ |
| ٨٠ | ١٠ | ٣٧ | ١٠٠ | ١٣٦٩ | ٣٧٠ |
| ٨١ | ١١ | ٤١ | ١٢١ | ١٦٨١ | ٤٥١ |
| المجموع | ٩٨ | ٣٥٨ | ٧٩٨ | ١٠٦٦٨ | ٢٩١٤ |

$$\therefore \text{ر} = \frac{\text{١٣ (٢٩١٤)} - \text{(٩٨)(٣٥٨)}}{\sqrt{\text{١٣ (٧٩٨)} - \text{(٩٨)}^{\text{٢}}}\ \sqrt{\text{١٣ . (١٠٦٦٨)} - \text{(٣٥٨)}^{\text{٢}}}}$$

$$= \frac{\text{٣٧٨٨٢} - \text{٣٥٠٨٤}}{\sqrt{\text{١٠٣٧٤} - \text{٩٦٠٤}}\ \sqrt{\text{١٣٨٦٨٤} - \text{١٢٨١٦٤}}}$$

$$= \frac{\text{٢٧٩٨}}{\sqrt{\text{٧٧٠}}\ \sqrt{\text{١٠٥٢٠}}} = \frac{\text{٢٧٩٨}}{\text{٢٧ر٧٥} \times \text{١٠٢ر٥٦٧}} = \text{٩٨٣ر}$$

$\text{ر}^{\text{٢}}$ = $\text{(٩٨٣ر)}^{\text{٢}}$ = ٩٦٦ر ويعنى ذلك أن ٩٦ر٦ ٪ من التغيرات فى المبيعات تكون

مشروحة. أي أن معامل الارتباط بين السلعتين كبير ، وللتنبوء بقيمة المبيعات للسلعة ق يلزم حساب كل من أ ، ب.

$$\text{أ} = \frac{(\text{مج ص})(\text{مج س}^{٢}) - (\text{مج س ص})(\text{مج س})}{\text{ن مج س}^{٢} - (\text{مج س})^{٢}}$$

$$= \frac{(٣٥٨)(٧٩٨) - (٢٩١٤)(٩٨)}{١٣(٧٩٨) - (٩٨)^{٢}}.$$

$$= \frac{٢٨٥٦٨٤ - ٢٨٥٥٧٢}{١٠٣٧٤ - ٩٦٠٤} = \frac{١١٢}{٧٧٠} = ١٤٦\text{ر}$$

$$\text{ب} = \frac{\text{ن مج س ص} - \text{مج س مج ص}}{\text{ن مج س}^{٢} - (\text{مج س})^{٢}}$$

$$= \frac{١٣(٢٩١٤) - (٩٨)(٣٥٨)}{١٣(٧٩٨) - (٩٦٠٤)}$$

$$= \frac{٣٧٨٨٢ - ٣٥٠٨٤}{١٠٣٧٤ - ٩٦٠٤} = \frac{٢٧٩٨}{٧٧٠} = ٣\text{ر}٦٣٤$$

وتكون معادلة التنبوء كالاتـــــي :

$$\text{ص}_{\text{م}} = ١٤٦\text{ر} + ٣\text{ر}٦٣٤\ \text{س}$$

ولو فرض أن الكميــة من السلعة ف في خلال العام القادم تساوي ١٢ مليون وحـــدة فان مبيعات السلعة ق سوف تكون :

$$\text{ص}_{\text{م}} = ١٤٦\text{ر} + ٣\text{ر}٦٣٤ \times ١٢ = ١٤٦\text{ر} + ٤٣\text{ر}٦٠٨$$

$$= ٤٣\text{ر}٧٥٤ \text{ أو } ٤٣\text{ر}٧٥٤\text{ر}٠٠٠ \text{ وحدة}$$

ويلاحظ أن طريقة الارتباط للتنبوء بالمبيعات تحتاج الى خبرة احصائية خاصـــة في حالة الارتباط المركب كما تحتاج الى توفر البيانات والاحصائيات عن المتغيـــرات المستقلة للاستعانة بها في التنبوء بالمبيعات (قيمة المتغير التابع).

# خاتمة

يعد التنبوء ذو أهمية بالغة في تخطيط الانتاج وذلك باعتبار أن التخطيط للانتاج يركز على الاعداد للمستقبل والاستعداد له. ومن ثم فانه من أجل الاعداد للانتاج المستقبلي والاستعداد له فان ذلك يتطلب التنبوء. إن ذلك التنبوء يكون بغرض الانطلاق للمستقبل واعداد العدة لمواجهة الظروف المستقبلية. ان الاعداد للمستقبل يتم على أساس من التنبوء بما يمكن أن يحدث في المستقبل وخاصة من حيث الطلب على المنتجات والفرص المتاحه والقيود المحتمله والتغيرات المحتمل حدوثها مستقبلا والكيفية المحتمل أن تتم بها وكذا الكيفية التي يمكن بها مواجهة تلك التغيرات المحتمله الى غير ذلك.

فالتنبوء اذن يمكن من اكتشاف الفرص والقيود والامكانات والتغيرات المستقبليه. حيث يمكن بناء على ذلك الاستعداد للمستقبل واعداد العدة له فيما يتعلق بالانتاج، بتقرير خطة ورقابة الانتاج والتي تتضمن أهداف ومعايير وسياسات الانتاج والاجراءات وطرق العمل والميزانيات التقديريه والبرامج الزمنيه وغير ذلك. بما يساعد على مواجهة الظروف المستقبلية على أساس علمي وعملي بما يمكن سد الهوة بين المرغوب في تحقيقة والمتاح تحقيقه. وذلك لتحقيق الاهداف المرغوبه (وليست المتاحة) على أمثل وجه ممكن. ولا يخفى أثر ذلك في سد الفراغ الاداري. ومن ثم فقد جاء عرضنا لهذا الفصل في التنبوء سابقا لتخطيط ورقابة الانتاج باعتباره متطلبا مسبقا لذلك. وقد كان تركيزنا في تناول التنبوء على النماذج الوصفية والكمية في التنبوء والتي تخدم موضوع الفصل القادم في تخطيط ورقابة الانتاج.

# الفصل الثاني

# تخطيط ورقابة الانتاج

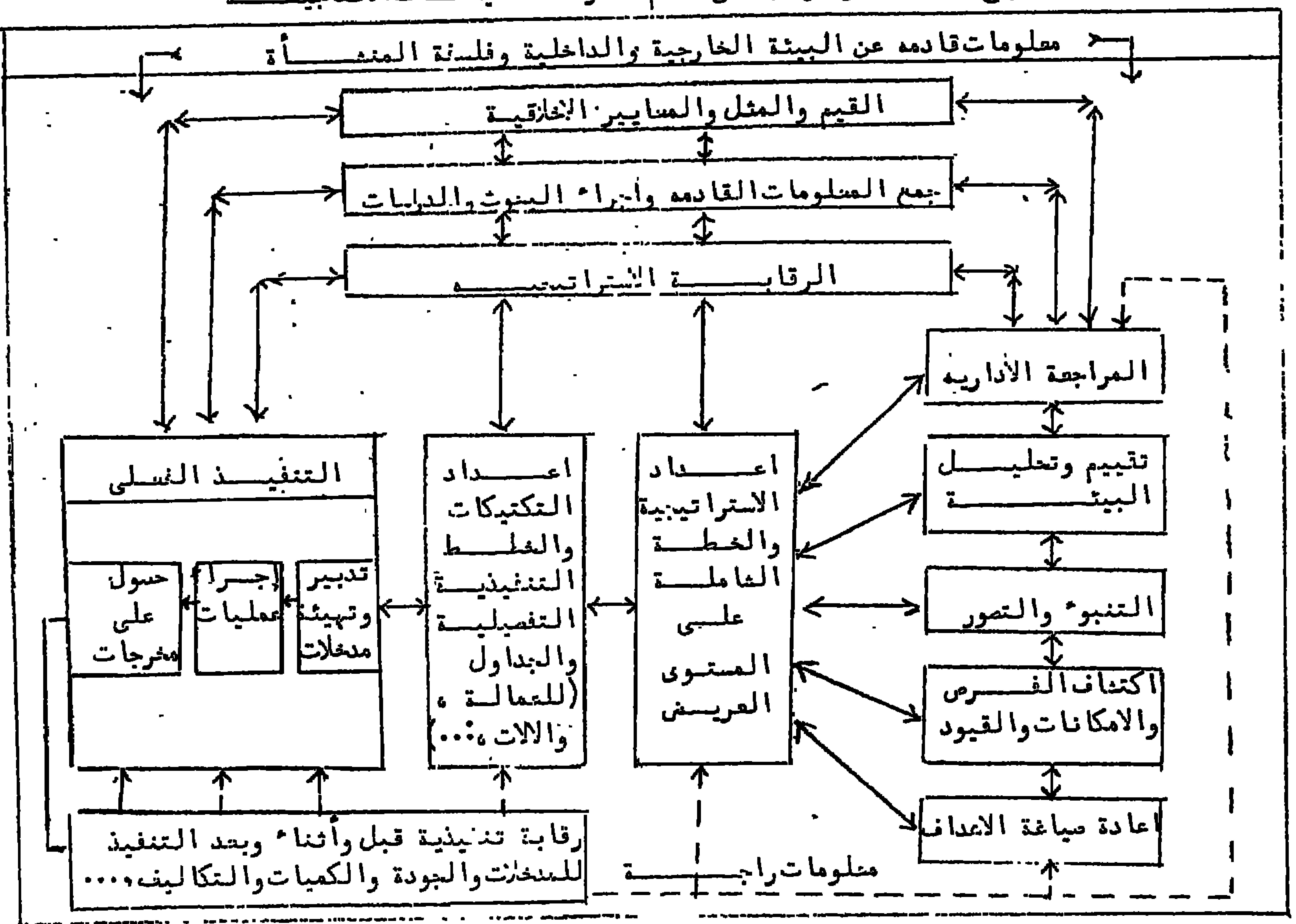
## مقدمة

يعتبر تخطيط ومراقبة الانتاج من الجوانب المترابطة والتى لا يمكن فصلها عن بعضها البعض ، فالتخطيط والرقابة على الانتاج صنوان متلازمان . ومن الاهمية بمكان تحقيق التكامل بين التخطيط والرقابة على الانتاج عموما ، وبين التخطيط طويل الأجل والتخطيط التنفيذى لعمليات الصنع على وجه الخصوص . ومن ثم فان على الادارة أن تأخذ في اعتبارها ليس فقط دقة القرارات التى تتخذ على جميع المستويات ، وانما يجب عليها أن تعى بالدرجة الاولى أن الأداء الجيد لوحدات الانتاج فى الأجل القصير لن يتحقق الا بوجود قرارات وخطط للانتاج والرقابة متكاملة وفعالة للأجل الطويل والقصير بحيث تستند على فلسفة ادارية ذات متغيرات فعالة على مستوى المنشأة ككل ( عرفه وشلبى ، ١٩٩٠ ج ١ ، ج ٢٠) . ويوضح شكل (٣٧ ) دور التخطيط والرقابة فى نظام ادارة العمليات الانتاجية لسد الفجوة بين النظرية والتطبيق . فالتخطيط للعمليات الانتاجية لابد وأن يستند على معلومات متكاملة ودقيقة قادمة من البيئة الداخلية والخارجية إضافة الى المعلومات الراجعة . كما أن التخطيط للعمليات الانتاجية لابد وأن يستند على أسس متينة من القيم والمعايير الاخلاقية التى يتم التخطيط للعمليات فى اطارها . كما أن الرقابة بشقيها الاستراتيجى والتنفيذى ينبغى أن تلازم التخطيط وتمكن من انجاحه .

ومن ثم فان الخطة تنطلق من القيم الاخلاقية والمعلومات والبحوث والدراسات التى تتم على ضوءها المراجعة الادارية ، وتقييم البيئة الداخلية والخارجية وتحليلها . ومن ثم يمكن التنبوء بالفرص واكتشاف الامكانات والقيود والعقبات بحيث تتم صياغة الاهداف والاستراتيجيات والخطط الشاملة والتى على أساسها يتم اعداد التكتيكات والخطط والقرارات التنفيذية التفصيلية للعمليات الانتاجية ، متضمنا ذلك الجداول والتدبير الفعلى للمدخلات من عمالة وآلات ومواد وخلافه

شكل ( ٣٢ )

نموذج التخطيط والرقابة فى نظام ادارة العمليات الانتاجية



، التنفيذ الفعلي المتعلق بالتشغيل والحصول على المخرجات ٠

ويجب عدم اغفال أهمية الرقابة الاستراتيجية وكذا الرقابة التنفيذية قبل وأثناء وبعد التشغيل في دعم الخطط وانجاحها ٠ فالرقابة الاستراتيجية تمكن من رقابة الأبعاد الاستراتيجية للخطة الشاملة على المستوى العريض ٠ والرقابة التنفيذية تمكن من الحصول على المدخلات وتنفيذ العمليات الانتاجية والمخرجات من حيث الكميات والجودة والتكاليف وخلافه وذلك بناء على معايير تعد مسبقا وتستمد من الأهداف وتتم مقارنة التنفيذ الفعلي بالمعايير واكتشاف الانحرافات والعمل على اتخاذ الخطوات التصحيحية على وجه السرعة ٠ وكذا توفير المعلومات الراجعة التي توضح أسباب الانحراف وما اذا كان مرجعه الى المعايير الاخلاقية أم الى المعلومات أم الى المراجعة والتقييم والتنبوء أم الى صياغة الأهداف والخطة الشاملة أم الى الخطط التنفيذية أم الى مرحلة القرارات التنفيذية والتنفيذ الفعلي ٠ وبذا يمكن تصحيح الانحرافات على ضوء ذلك ، ولا يخفى أن ذلك يمكن من سد الفجوة بين المفاهيم النظرية للتخطيط للعمليات الانتاجية وبين التطبيق العملي لها بحيث يوصل ذلك الى تحقيق التكامل بين المفاهيم النظرية للتخطيط للعمليات الانتاجية وبين متطلبات التطبيق العملي بما يوصل الى تحقيق الأهداف المرغوبة (وليست المتاحة) على الوجه الامثل ٠

## ماهية ونموذج الاطار العام لتخطيط العمليات الانتاجية

ان مفهوم التخطيط المعاصر أصبح يرتبط بادارة التأثير والتغيير عموما وذلك سدا للفراغ الاداري لجعل المرغوب في تحقيقة (وليس المتاح تحقيقة) ممكنا التحقيق على الوجه الافضل ( عرفه وشلبي ، ١٩٨٥ عرفه ، ١٩٨٨ عرفه وشلبي ١٩٩٠ ب )٠ ورغم وجود العديد من التعريفات للتخطيط فان تلك التعريفات

يدور عديد منها حول كون التخطيط قرارات تتضمن استعدادات أو ترتيبات مسبقة لما ينبغى تحقيقه. ومن أهم تلك القرارات الاختيار من بين البدائل بالنسبة للأهداف والسياسات. والاجراءات وطرق العمل والبرامج الزمنية وغيرها. ويتطلب ذلك من الادارة التأثير فى المتغيرات البيئية الداخلية والخارجية و (أو) التكيف معها لتحقيق الأهداف المرغوبة على الوجه الامثل ( عسرفه ١٩٨٨).

ومن ثم فاننا نعرف تخطيط الانتاج على أنه نظام لاتخاذ القرارات التى تمكن من تحديد الأهداف ورسم السياسات ووضع الاجراءات وطرق العمل واعداد الميزانيات التقديرية والبرامج الزمنية لكافة عناصر الانتاج بما يمكن من التأثير والتغيير فى المتغيرات البيئية بالتحكم فيها و (أو) التكيف معها لجعل ما ترغب المنشأة فى تحقيقه من أهداف الانتاج (من حيث الحجم والموصفات وخلافه) ممكنا التحقيق على الوجه الامثل.

ومن ذلك نجد أنه لوضع خطة الانتاج لابد من تحديد الأهداف المرغوب تحقيقها فى فترة زمنية مستقبلة. وقد يكون من أهداف المنشأة تحقيق النمو أو البقاء أو الوفاء بالمتطلبات الاجتماعية لأفراد المجتمع كما قد يكون من أهداف المنشأة تحقيق الربحية. وسواء كانت الأهداف هى النمو أو البقاء أو تحقيق الربحية أو الوفاء بالمتطلبات الاجتماعية أو غيرها فانه لزاما على ادارة الانتاج والادارات الاخرى أن تقوم بالتحديد المسبق لتلك الأهداف. ومن خلال التخطيط للعمليات الانتاجية يمكن تحقيق الأهداف المرغوبة. وذلك يتطلب رسم السياسات والخطوط العريضة التى سوف تسير عليها ادارة الانتاج، كما يتطلب وضع الاجراءات اللازمة لتنفيذ تلك السياسات، وكذا معايير الاداء وخلافه. والجدير بالذكر أن تلك السياسات التى توضع لإدارة الانتاج يتم تقريرها على ضوء السياسات العريضة للمنشأة ومن ثم يتم على ضوءها اتخاذ الترتيبات الضروريه للعملية الانتاجية،

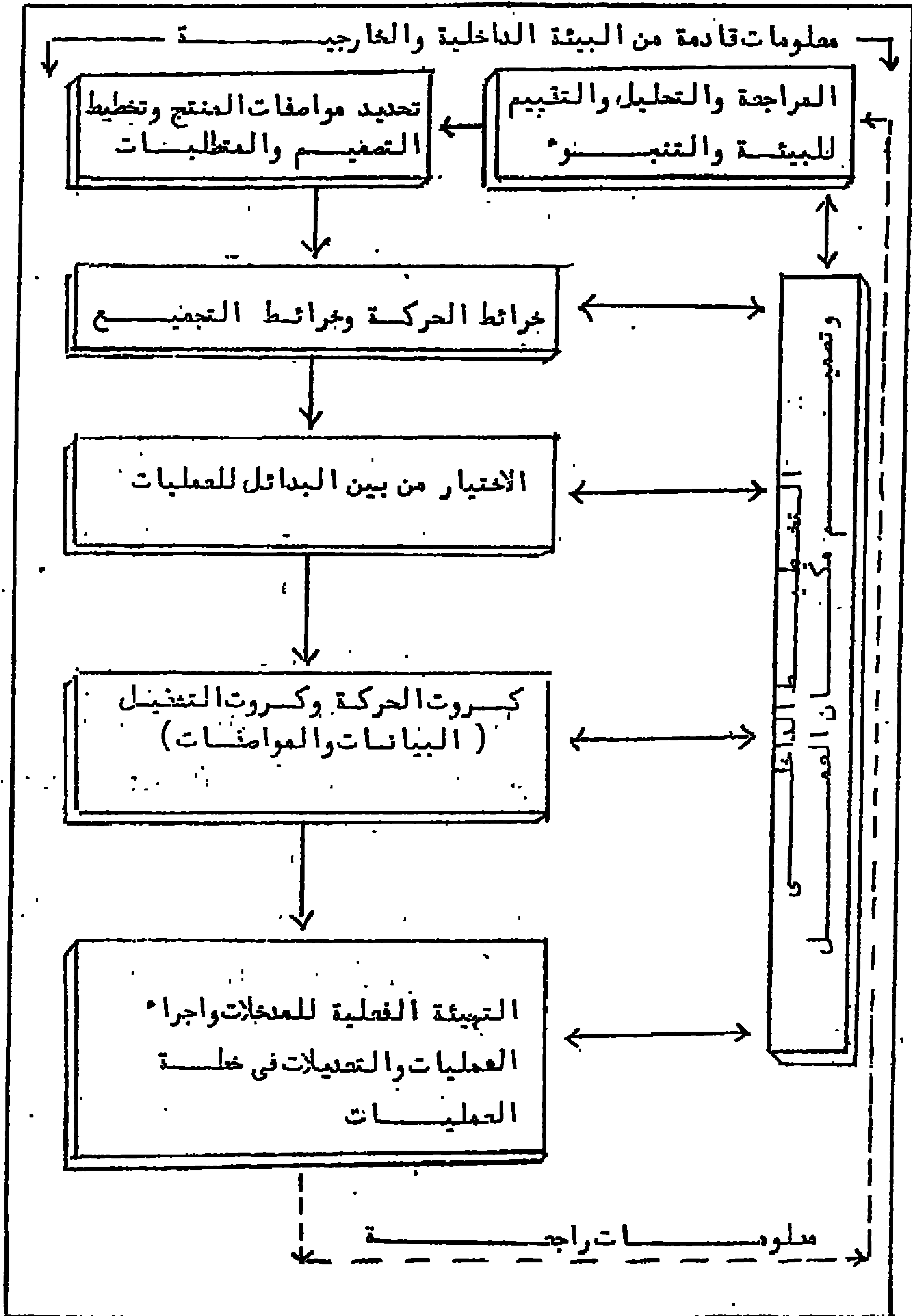
ونشير هنا الى أن التخطيط للانتاج يرتبط بكل من التخطيط الداخلى للمصنع وتصميم المنتج والتخطيط للعملية الانتاجية والتنفيذ الفعلى لها وخلافه. ونجد أن التخطيط للعملية الانتاجية يرتبط بكل من تصميم المنتج والتنفيذ الفعلى له. ولكى يتم تصميم المنتج فانه يتم تحديد المواصفات والمتطلبات الاساسية للمنتج ، وتحديد التصميم والتركيب الوظيفى للمنتج والاختيار من بين البدائل بحيث يتم تحقيق أقل التكاليف. وبناء على ذلك يتم اعداد الاشكال والرسومات النهائية للمنتج والتى على ضوءها يتم التخطيط لكيفية التصنيع وذلك عن طريق اعداد خرائط الحركة فى حالة القيام بعملية التصنيع للمكونات الاساسية للمنتج وخرائط التجميع فى حالة شراء المكونات جاهزة. وبناء على ذلك يتم تهيئة المدخلات الفعلية بالكمية وبالجودة المطلوبة والقيام بعملية التنفيذ الفعلى كما هو موضح بشكل (٣٨ ).

ويوضح الشكل (٣٨ ) أن الرسومات ، والمواصفات الاخرى التى تبين ما سوف يتم صنعه ، وأن التنبوءات والاوامر والتعاقدات التى توضح الكمية التى سوف تنتج تعتبر جميعها كمدخلات للتخطيط للعملية الإنتاجية. ويتم تحليل الرسومات لتحديد الشكل الكلى للمشروع وبيان العلاقات بين أجزاءه ، وايضاح الاشكال التى سوف يتم وفقا لها تجميع المنتج ، والكيفية التى سيتم بها تدبير تلك الاجزاء وما اذا كان ذلك سيتم عن طريق التصنيع الداخلى أم عن طريق الشراء . كما يتم تحديد الميزانية اللازمة للانفاق على الالات. ثم يتم تحديد كيفية اعداد كروت التشغيل والحركة وهنا يجب أن يتم الاخذ فى الحسبان طاقة الآلات واقتصاديات الانتاج مع استخدام الاساليب العلمية لاتخاذ القرارات فى هذا الشأن متضمنا ذلك الاختيار من بين البدائل باستخدام أساليب التحليل الوصفى والكمى ( Holstein, 1975 ).

وتأتى المرحلة التاليه وهى التنفيذ الفعلى للعمليات الانتاجية ، ويتضمن ذلك التهيئة الفعلية للمدخلات وانجاز العمليات التى سيتم فعلا القيام بها

شكل ( ٣٨ )

نموذج الاطار العام للخطط والعمليات الانتاجية



أخذا فى الحسبان التعديلات النهائية فى خطة العمليات والتى قد ترجع الى أسباب متعددة .بحيث يمكن ذلك من تحويل المدخلات من خلال العمليات التشغيلية الى مخرجات نهائية .

ومن الجدير بالذكر ملاحظة أننا نستخدم مصطلح التخطيط للعملية الانتاجية بمعناها التنظيمى . أما من الناحية الوظيفية فانها تشتمل على الاختيار الاساسى من بين البدائل للعمليات الضرورية التى تعليها مرحلة التصميم للمنتج . وهنا أيضا يجب التفرقة بين كل من التخطيط للعملية والتخطيط الداخلى للمصنع وللتسهيلات . فالتخطيط للعملية يندمج بالضرورة مع التخطيط للتسهيلات المادية فجزء من التخطيط للعملية يأخذ مكانة أثناء مرحلة التخطيط الداخلى للمصنع وذلك فيما يتعلق بتصميم نظام الانتاج . ولكى يتم الاستفادة من المساحة المتاحة ،المحددات المادية وأيضا المحددات المتعلقة بتتابع العمليات أو تحسين طرق العمل ، فان تطوير وتعديل التخطيط الاساسى للعملية يمكن أن يتم تبعا لذلك . وفى الحياة العملية فانه من الصعوبة بمكان الفصل التام بين التخطيط للعملية والتخطيط الداخلى للمصنع حيث أن كل منهما يؤثر ويتأثر بالآخر . ولكن التخطيط للعملية الانتاجية يتضح بصوره أكبر من خلال المستندات وأوراق وكروت الحركة وأوراق وكروت التشغيل ( والتى تلخص العمليات اللازمه والتتابع المرغوب فيه ، والادوات المطلوبة ، والوقت المقدر للعمليات وخلافه ). ويمكن اعتبار التخطيط للعملية الانتاجية كمدخلات لتطوير التخطيط الداخلى للمصنع ، كما أن التخطيط الداخلى للمصنع يعتبر كمدخلات للتخطيط للعملية الانتاجية .

## التخطيط الشامل (الكلى) للانتاج

بعد أن أوضحنا ما هية تخطيط الانتاج وبعد أن بينا علاقة الخطة الشاملة للانتاج بالخطة التنفيذية للانتاج يهمنا أن نتناول بمزيد من الايضاح التخطيط الشامل (الكلى) للانتاج باعتبارة الركيزة التى تستند عليها الخطة التفصيلية التنفيذية التى يتم انجازها لكل منتج من المنتجات فى اطار الخطة الشاملة للانتاج ٠

ان التخطيط الشامل أو الكلى للانتاج يرتبط بالاستراتيجية الانتاجية فى علاقتها بالمستويات الكلية للطلب ٠ فلو أن الطلب على منتج أو خدمة ما كان ثابتا فان النشاط التخطيطى يكون أقل تعقيدا ٠ أما اذا كان الطلب متغيرا ومتذبذبا ٠ فان التخطيط الانتاجى الكلى يكون أكثر تعقيدا وعلى درجة كبيرة من الاهمية ٠ ان المتغيرات الاستراتيجية الرئيسية المصاحبة للتخطيط الانتاجى الشامل للطلب المتغير تتضمن معدلات الانتاج ، ومستويات المخزون ، وحجم القوى العاملة ، وتحول عناصر الانتاج الزائدة الى خطوط أخرى ، والعمل الاضافى ، والتعاقدات الفرعية ، وخلافه ٠ ان المتغيرات الاستراتيجية لأى منظمة تتأثر وتتغير ويعتمد ذلك على سياسات المنظمة والمتغيرات الاخرى المرتبطة بها (Tersine, 1976) ٠

ويجب قبل أن يتم وضع التخطيط الانتاجى الشامل (الكلى) أن يتم تحديد الطلب وذلك عن طريق التنبوء للفترات القادمة ٠ وبناء على التنبوء يتم وضع الخطة الانتاجية الكلية للوقت ولمختلف المتغيرات ٠ ويمكن ايضاح ذلك بالمثال التالى ٠ والجدير بالذكر الاشارة الى أن التخطيط الشامل للانتاج يرتبط بالعديد من المتغيرات المتنوعة والمتداخلة والمتشابكة وما هذا المثال الا عرض مبسط للتخطيط الشامل فى ظل بعض منها : فلو أن منظمة ما تستخدم الوقت الاضافى ، والمخزون ، والتعاقد الفرعى لاستيعاب التغيرات فى الطلب ٠ فان الخطة الانتاجية الشاملة لمدة

١٢ فترة يتم اعدادها ومراجعتها كل فترة وذلك على ضوء التكاليف والقيود ذات العلاقة ، وهي كالاتـــي :

- أقصى انتاج عادى لكل فترة هو ٢٠٫٠٠٠ وحـــدة
- أقصى وقت اضافى للانتاج لكل فترة هو ٥٫٠٠٠ وحــدة
- تكلفة الانتاج العادية هى ١٠٠ جنية للوحدة
- تكلفة الانتاج للوقت الاضافى هى ١٧٥ جنية للوحدة
- تكلفة التعاقدات الفرعية هى ١٤٠ جنية للوحدة
- تكلفة الاحتفاظ بالمخزون للوحدة فى الفترة هى ٣ جنية للوحدة

ويوضح جدول (٣٦) التالى التنبوء للفترات القادمة (١٢ فترة) .

جـــــــــــدول (٣٦)

| الفترة | ١ | ٢ | ٣ | ٤ | ٥ | ٦ | ٧ | ٨ | ٩ | ١٠ | ١١ | ١٢ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الطلب (بالالف) | ١٢ | ١٥ | ٢٥ | ٣٥ | ٢٥ | ١٧ | ١٠ | ٢٠ | ٢٧ | ٢٥ | ٤٤ | ١٥ |

والمطلوب إعداد الخطة الانتاجية الشاملة للمدة القادمة (١٢ فترة) بافتراض أن مخزون بداية المدة ونهاية المدة هو صفر .

اذا نظرنا الى القيود المتعلقة بالتكلفة لوجدنا أنة من الافضل أن تقـــوم المنشأة بالانتاج للتخزين لفترة منتظمة قبل أن يصبح الانتاج باستخدام الوقـــت الاضافى اقتصاديا . ان الانتاج باستخدام الوقت الاضافى يجب أن يتم استخدامة قبـــل أن يتم استخدام التعاقد الفرعى ، ومع تلك المعلومات فانه يتم اعداد الخطـــة الانتاجية الكلية كما هو موضح بالجدول التالى :

جـــــــــدول (٣٧)

| الفترة | الطلب | بدايـــة المخزون | متغيرات الاستراتيجية | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | الانتاج المنتظم | الانتاج باستخدام الوقت الاضافـــى | التعاقد الفرعـــى | المخزون فى نهاية المدة |
| ١ | ١٢ | صفر | ١٢(١)٢٥(٢)١(٤) | | | ٨ |

جـــــدول (٣٧) مستمـــر

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ٢ | ١٥ | ٨ | ١٥(٢)، ٣(٣)، ٢(٤) | | | ١٣ |
| ٣ | ٢٥ | ١٣ | ٢٠(٣) | ٥(٤) | | ١٣ |
| ٤ | ٣٥ | ١٣ | ٢٠(٤) | ٢(٤) | | صفـــر |
| ٥ | ٢٥ | صفـــر | ٢٠(٥) | ٥(٥) | | صفـــر |
| ٦ | ١٧ | صفـــر | ١٧(٦)، ٣(٩) | | | ٣ |
| ٧ | ١٠ | ٣ | ١٠(٧)، ٤(٩)، ٥(١٠) | | | ١٣ |
| | | | ١(١١) | | | |
| ٨ | ٢٠ | ١٣ | ٢٠(٨) | ٥(١١) | | ١٨ |
| ٩ | ٢٧ | ١٨ | ٢٠(٩) | ٥(١١) | | ١٦ |
| ١٠ | ٢٥ | ١٦ | ٢٠(١٠) | ٥(١١) | | ١٦ |
| ١١ | ٤٤ | ١٦ | ٢٠(١١) | ٥(١١) | ٣(١١) | صفـــر |
| ١٢ | ١٥ | صفـــر | ١٥(١٢) | | | صفـــر |

وللايضاح نجد أنه فى الفترة الاولى يتم طلب ١٢ ألف وحدة تقوم المنشأه بانتاجها كالاتى ١٢(١) ، ويتم انتاج ألفين وحدة للفترة (٣) وستة آلاف للفترة (٤) حيث أن طلبها كبير . ان خطة الانتاج الكلية تكون كما هو موضح بالجـــدول رقم (٣٨) التالى :

جـــــدول (٣٨)

| متغير الاستراتيجية | الفـــــــــترة | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ١ | ٢ | ٣ | ٤ | ٥ | ٦ | ٧ | ٨ | ٩ | ١٠ | ١١ | ١٢ |
| الانتاج المنتظم | ٢٠ | ٢٠ | ٢٠ | ٢٠ | ٢٠ | ٢٠ | ٢٠ | ٢٠ | ٢٠ | ٢٠ | ٢٠ | ١٥ |
| الانتاج فى الوقت الاضافـــى | | | ٥ | ٢ | ٥ | | | ٥ | ٥ | ٥ | ٥ | |
| التعاقد الفرعى | | | | | | | | | | | ٣ | |
| الاجمالـــــى | ٢٠ | ٢٠ | ٢٥ | ٢٢ | ٢٥ | ٢٠ | ٢٠ | ٢٥ | ٢٥ | ٢٥ | ٢٨ | ١٥ |

وتظهر أهمية مستويات المخزون وذلك نظرا لانها توضح مدى ثبات وانتظام الانتاج . فنجد أنه أثناء فترات انخفاض الطلب ، فان مستويات الانتاج تبقـــى

على حالها ومستوى المخزون يزيد ، بينما أثناء فترات ارتفاع الطلب يحدث عادة نفاذ للمخزون بينما تبقى مستويات الانتاج منتظمة كما هي .

وعموما في المنظمات الصناعية تكون الحاجة ماسة الى وجود المخزون امـــا لتنفيذ الانتاج أو كنتيجة له . ويمكن التحكم في اجمالي المخزون عندما يتم التحكم في اجمالي الانتاج . ان المخزون من المنتجات تامة الصنع سوف يزيد عندما يزيـــد الانتاج عن الطلب وينخفض عندما يكون الانتاج أقل من الطلب . ان خطة الانتـــاج الكلية والتي يعبر عنها بجدول الانتاج الرئيسي (الاساسي) توضح اجمالي الانتـــاج المخطط له والطلب مع نتائج المخزون . ويتم مقارنة الطلب مع الخطة حيث يتـــم اتخاذ الفعل التصحيحي لمواجهة التغيرات في الظروف . ولذلك فان الخطة الانتاجية الكلية يجب أن يتم فحصها كلما استدعى الامر ذلك .

# الرقابة على الانتاج

ان الرقابة تعد عموما من المفاهيم التى تناولها علماء الادارة من زوايا متعددة، ولكننا نعرفها هنا على أنها نظام يتم من خلالة المتابعة المستمرة للأنشطة والظروف المحيطة وذلك من أجل منع الانحرافات، و (أو) اكتشافها والعمل على تصحيحها وذلك قبل وأثناء وبعد التنفيذ بما يمكن من تخفيض الفجوة بين النظرية والتطبيق وتحقيق الاهداف المرغوبة بالخطة على أمثل وجه ( عرفه وشلبي،١٩٩٠: ب).

ومن ثم فان رقابة الانتاج تتضمن المتابعة لخطة الانتاج من أجل منع الانحرافات و (أو) اكتشافها والعمل على تصحيحها وذلك قبل وأثناء وبعد عمليات الانتاج بما يمكن من تحقيق الاهداف المرغوبة بخطة الانتاج على الوجه الأمثل.

ونود الاشارة هنا الى أن رقابة الانتاج ينبغي أن تستند على نموذج فعال لتشكيل مهام الرقابة والذى يعد على ضوء الفلسفة الإدارية للمنشأة بحيث يوصل ذلك الى تخفيض الفجوة بين النظرية والتطبيق ويمكن من ربط تخطيط الانتاج بالرقابة بما يوصل الى تحقيق الاهداف المرغوبة على أمثل وجه. وفى سبيل ذلك فاننا نرى أن يتضمن نموذج الرقابة على الانتاج العناصر الاساسية التالية (عرفه وشلبي ١٩٩٠ ب): المعلومات القادمة والراجعة والبحوث والدراسات، والقيم والمثل الاخلاقية، والمراجعة الادارية والتقييم والتحليل والتنبؤ، واكتشاف الفرص، واعداد المعايير على ضوء صياغة الاهداف، ومقارنة التنفيذ الفعلى بالمعايير، واكتشاف الانحرافات وتصحيحها وترجيع المعلومات وإعادة التخطيط وصياغة المعايير اذا تطلب الامر ذلك.

ومن ثم فاننا نتعرض فيما يلى لأهم العناصر الضرورية لنظام الرقابة على الانتاج الذى يمكن من سد الهوة بين النظرية والتطبيق (Amrine, et.al., 1975;

:( Hopeman, 1976 ; Buffa , 1975 ; & Moore & Jahlonski, 1969

## التخطيط المتكامل

ان عملية الرقابة لا يمكن أن تتم بدون خطة ، فالتخطيط والرقابة متلازمان. كما أن الخطة المتكاملة يجب أن تشتمل كل وظائف المشروع ومنها التسويق والتصنيع والافراد والتمويل.وتلك الجوانب العديدة للخطة تبنى أساسا على سياسات وقرارات الادارة العليا .

ان عملية التصنيع غالبا ما تتعامل مع الخطط قصيرة الاجل والتى يتم اعدادها على ضوء الخطط طويلة الأجل . ان تلك الخطط قصيرة الأجل تعد لتغطية الفترات التى يتم فيها تنفيذ الأنشطة والعمليات . كما يتم رصد ميزانية شهرية أو سنوية سواء كان ذلك فى صورة كمية أو نقدية.وذلك كمخصص يتم استخدامه لصيانة المعدات أو الابقاء عليها بحالة جيدة حيث يعتبر ذلك من متطلبات الخطة قصيرة الاجل .

ويكون التخطيط اليومى للاعمال ضروريا لكفاءة تطبيق الخطة قصيرة الأجل لمراجعة متطلبات جدول مدته ثلاثون يوما . وعند وضع الخطة فانه لابد من وضع معايير لمختلف العناصر الداخلة فى العملية الانتاجية وهى العمال ، والمواد ، والآلات ، والأموال السائلة وخلافة . وتلك المعايير قد تكون متمثله فى صورة نقدية أو كمية أو في صورة أزمنة معينه أو خلافة .

ويشمل التخطيط للاعمال إعداد الاجراءات (ارشادات العمل ) والتى تدعم السياسات وتعد على ضوءها . وكذا اعداد الطرق التى تشرح كيفية أداء كل خطوة من خطوات العمل ، وأيضا اعداد القواعد التى توضح ما يجب أو ما لا يجب عمله (كقاعدة ممنوع التدخين بمواقع الانتاج مثلا ).

## الأداء الفعلى على أسس من القيم الأخلاقية والمعايير الموضوعية

ان كل المجهودات التى يتم بذلها فى عمل الخطة لن تحقق الغرض منها اذا لم يتم متابعة تنفيذها من خلال متابعة تنفيذ العمليات الصناعية. كما أن الاحتفاظ ببيانات عن مستوى الأداء على ضوء القيم الأخلاقية والمعايير الموضوعية يعتبر من المتطلبات الأساسية لنظام الرقابة . ان ذلك يعد على درجة بالغة من الاهمية وخاصة فى العصر الراهن بسبب التعقد التقنى الكبير فى تركيب المنتجات وصعوبة الحكم الظاهر عليها مما يستدعى الاستناد الى المعايير الموضوعية والاخلاقية لحماية المنتج والمستهلك من السلع المعيبة والتتابعات الخطيرة التى قد تترتب عليها ( عـرفة ، ١٩٨٧). ان ذلك يؤكد أهمية وضع الضمانات الكافية فى ذلك على أساس من المعايير الأخلاقية التى تستند الى المثل والقيم المستمدة من الشرائع السماوية وعلى أساس من المعايير الموضوعية المستمدة من الاهداف المرغوبة ( حودانه وعرفة ، ١٩٨٢).

## المقارنة والتقييم

يتم مقارنة البيانات عن الاداء مع الخطة ويتم تقييم نتيجة الخطة ، وما اذا كان قد تم تنفيذها على أفضل وجه ممكن أم أنه يوجد انحرافات عن الخطة الموضوعة. ونجد أنه عندما يكون الأداء الفعلى متمشيا مع مستوى الأداء المخطط فان سير العمليات يكون فى نطاق السيطرة. أما اذا لم يتمشى الأداء الفعلى مع مستوى الأداء المخطط فتكون العمليات فى هذه الحالة خارج نطاق الحدود المسموح بها وذلك تبعا للمعايير ونسب الانحراف المسموح بها والمتفق عليها.

ويوجد أيضا بعد آخر للتقييم وهو اكتشاف احتمالات الفشل للأنشطة الصناعية وذلك بالدراسة الدقيقة لاتجاهات الأداء لمعرفة مدى امكانية حدوث اختناقات فى

الانتاج أو حدوث نقص في المواد أو خلافه •

## عمليات التصحيح

ان عمليات التصحيح تعتبر من أهم الأبعاد للعملية الرقابية• وحيث أن الصناعات الحديثة معقدة جدا ، فان عمليات التخطيط والتنفيذ بتلك الصناعات ليست بالشيء الهين ، مما يحتم ضرورة القيام بالعمليات التصحيحية بصفة مستمرة• ويجب أن نلاحظ أنه يوجد فرق بين عمليات التصحيح وعملية اعادة التخطيط • ان عمليات التصحيح لا تتضمن أى تغيير في الخطة الأساسية. وانما هدفها الأساسي هو استرجاع العمليات المنحرفة الى الجداول الأساسية والمعايير المحددة سلفا حتى تتمشى معها• وعموما فانه لا يتم تعديل الجداول والميزانيات لتتمشى مع الانحراف في الأداء ، وعندما يتم ذلك فان الأداء في المصنع يصبح هو العنصر المراقب وليس الخطة•

ان الادارة بعد أن تكتشف الأسباب الحقيقية وليست الظاهرية للانحراف لا تقف ساكنه. وانما تقوم باتخاذ القرارات التصحيحية ومتابعة تنفيذها للتأكد من التغلب على الانحرافات ، وبهذا فان الادارة تؤدي بذلك دور الرقابة التصحيحية• والجدير بالذكر هنا أن الرقابة التصحيحية تقود الى أو تساعد على القيام بالرقابة المانعة حيث يتم التنبه مستقبلا الى أسباب الانحراف والعمل على منعه مسبقا في دورات التشغيل التالية •

## اعادة صياغة الخطط

تأخذ عملية اعادة صياغة الخطط مكانها غالبا في مواقف الرقابة في مجال الانتاج بدرجة أكبر في عصرنا الحديث وذلك في حالة مواجهة ظروف متغيرة وغير

متوقعة. وعلى أية حال فانه عادة ما تتم اعادة التخطيط فى الظروف المتغيرة وغير المتوقعة من أجل تحسين الخطط المستقبلية بما يتلاءم والتغيرات الداخلية والخارجية.

## المعلومات القادمة والراجعة والبحوث

وأولا وأخيرا فان مهام التخطيط والرقابة تعتمد اعتمادا كبيرا على المعلومات القادمة والراجعة الدقيقة والموضوعية وعلى البحوث المبنية على تلك المعلومات. ان ذلك يمكن من اعادة التخطيط وصياغة المعايير وتصحيح الانحرافات وسد الهوة بين المرغوب تحقيقه والمتاح تحقيقه. ولا يخفى أثر ذلك فى سد الفجوة بين النماذج العلمية فى الرقابة وبين التطبيق العملى لها.

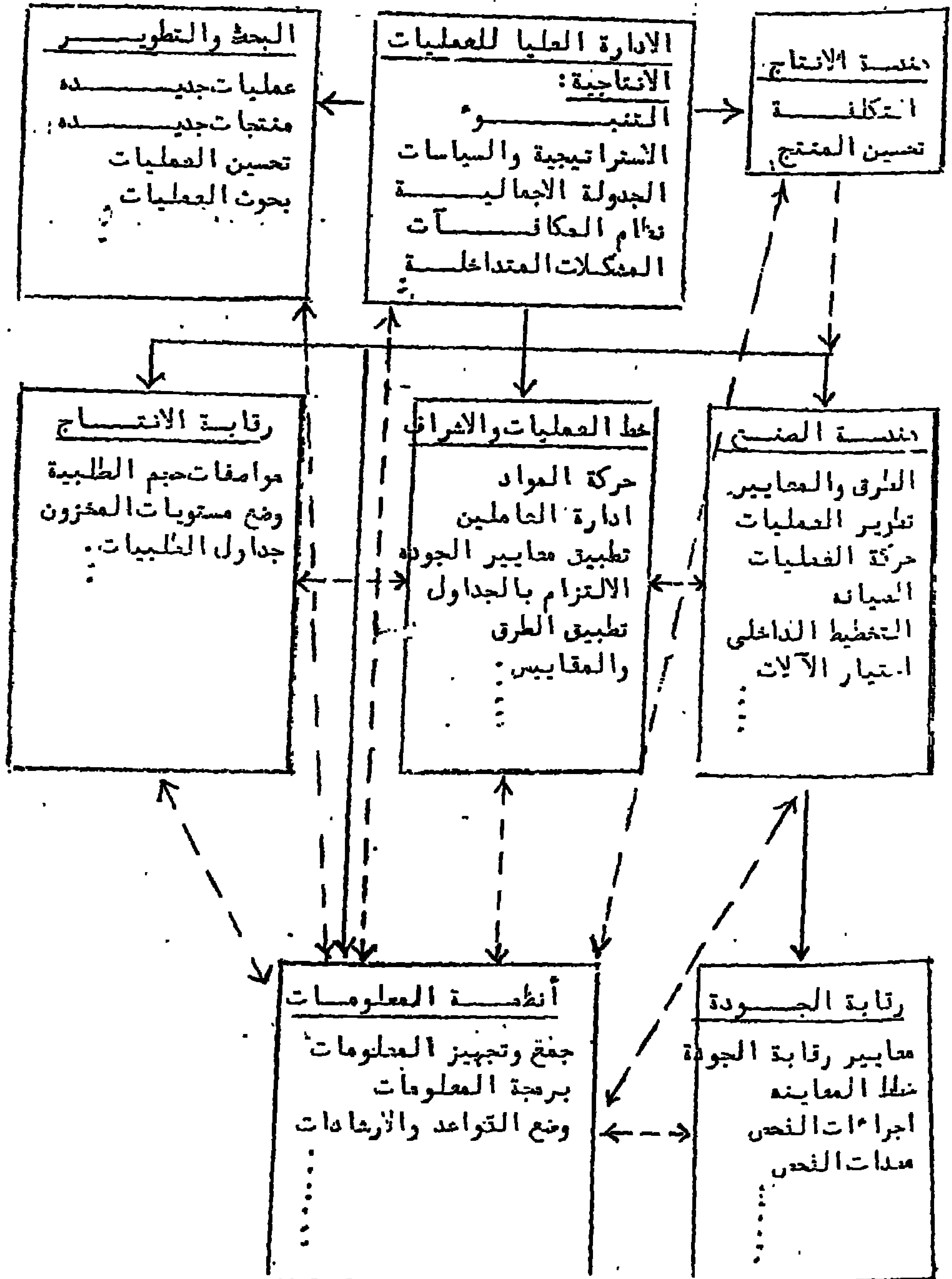
ويوضح شكل (٣٩) مثالا لأجهزة إدارة عمليات الانتاج ومن بينها الادارة العليا لعمليات الانتاج ، وجهاز هندسة الانتاج ، وجهاز البحث والتطوير. وتقوم الادارة العليا بالاشراف على جهاز رقابة الانتاج ، وجهاز أنظمة المعلومات ، وجهاز خطوط العمليات ، وجهاز هندسة المنع . كما تتولى الأخيرة الاشراف على جهاز رقابة الجودة . وكذلك يوضح الشكل المهام الأساسية المتعلقة بالرقابة واعادة التخطيط لكل جهاز من الاجهزة السالفة الذكر (Levin, et.al., 1972).

## نظم مراقبة الانتاج

تختلف نظم مراقبة الانتاج من منشأة الى أخرى ومن صناعة الى أخرى. ويتوقف ذلك على حجم المنظمة وكمية المعلومات المطلوبة ودرجة تفصيلها ، وأيضا نوع السوق الذى تمده المنشأة بالسلع والخدمات. ولذلك فانه لا يوجد نظام للرقابة على الانتاج يمكن أن يكون صالحا للتطبيق فى جميع المنشآت. وبالرغم من ذلك يمكن

شكل ( ٣٩ )

الأجهزة الأساسية لادارة ورقابة الانتاج



بيان بعض الأساليب التى تستخدم للرقابة على الانتاج وأهمها ما يلى (Hopeman, 1976):

## نظام الرقابة طبقا لأوامر التشغيل

يستخدم هذا النوع من نظم الرقابة على الانتاج فى المنشآت التى تقوم بالانتاج وفقا للطلبات حيث يتم إنتاج العديد من المنتجات بناء على طلب العملاء. ويحتوى الأمر على كمية الانتاج المطلوبة ونوع المنتج ومواصفاته وخلاف ذلك من الاشياء التى يتطلبها العميل فى الطلبية. هذا وقد تختلف الطلبيات فى عدد المنتجات بها وشكلها ، كما قد تختلف من حيث المواد الداخلة والعمليات المطلوبة. ويجب مراعاة جميع اعتبارات الرقابة على الانتاج بالنسبة لجميع أوامر العملاء. وفى نظام الرقابة بالأوامر قد يكون من المتعذر اعادة استخدام الخطط القديمة فيما يتعلق بالأوامر الجديدة من العملاء ، حيث نجد أن كل مجموعة من المنتجات تكون منفصلة عن غيرها ، ويعطى كل أمر رقم خاص به وذلك عن طريق ادارة الرقابة على الانتاج أو ادارة الحسابات حيث يتم فتح حساب مستقل لكل أمر. وفى ادارة التكاليف يُحمل الحساب بتكاليف المواد الخام وتكاليف العمالة غير المباشرة وتكلفة التجهيزات الآلية المستخدمة فى تنفيذ الامر الى غير ذلك ، وبعد الانتهاء من انتاج الأمر تجمع باقى عناصر التكاليف لحساب التكلفة الاجمالية للأمر. ونجد أن ذلك الأمر يستخدم كأساس للتمييز فى دورة التشغيل ، كما يمكن من تمييز الطلبات الخاصة بكل مجموعة من المنتجات. وبناء على ذلك فان التخطيط والرقابة على الانتاج يتم بناء على تلك الأوامر التى تصل الى المنشأة والتى على أساسها تقوم المنشأة باعداد أوامر وكروت التشغيل التى بموجبها يتم العمل وتنفيذ الطلبية. ومن أمثلة الصناعات التى قد يستخدم فيها هذا النظام صناعة الآلات الصناعية وصناعة مولدات القوى الكهربائية وغيرها.

# نظام الرقابة طبقا لسريان المنتج أو التدفق

يستخدم هذا النوع من نظم الرقابة في المنشآت التى تقوم بالانتاج المستمر عموما والتى تتطلب خطوط ثابتة للانتاج حيث يتم تصميم نظام الانتاج وفقا لطبيعة المنتج ، كما يتم استخدام آلات متخصصة • كما تتسم المنشآت التى تطبق هذا النظام بالانتاج باحجام كبيرة نسبيا مع الاحتفاظ بتدفق مستمر من الانتاج ، حيث تتدفق المواد بمعدل منتظم خلال مراحل الانتاج • وهنا لا تحتاج مراقبة الانتاج الى التفصيلات الخاصة بتحديد العمليات المطلوبة للعمال والمواد المستخدمة في الانتاج وكذا الأجزاء المطلوب صنعها والعمليات المطلوب تنفيذها وطريقة تنفيذ العمل والزمن اللازم للتنفيذ والآلات المستخدمة وتحديد مكان تسليم الأجزاء بعد الانتهاء من العمل ، كما لا تحتاج مراقبة الانتاج الى تقارير معينة عن انتاج كل كمية •

وتتم الرقابة على الانتاج أثناء عمليات التنفيذ بواسطة بطاقات سير العمل ، وهى عبارة عن قوائم تبين التنفيذ والكميات بالنسبة لكل نوع أو جزء • كما يتم اعداد العديد من الكشوف للأجزاء والمواد المساعدة خلال مراحل الانتاج • أما بالنسبة لرجال الانتاج فانهم لا يحتاجون عموما الى تعليمات مستمرة . وانما يقوم القائمون بالرقابة على الانتاج بابلاغهم بالكميات المطلوبة والواردة في الخطة ويتلقون منهم التقارير عن معدلات الانتاج الفعلى • ويتم مقارنة اجمالى الانتاج الفعلى بالانتاج المقدر لاكتشاف ما اذا كان هناك تطابق أم يوجد انحرافات تحتاج الى القيام باجراء عمليات التصحيح • ومن أمثلة الصناعات التى قد تستخدم فيها هذا النظام صناعات البترول وصناعات أجهزة الراديو والأجهزة المرئية وصناعة اللمبات الكهربائية وخلافه •

## نظام الرقابة طبقا لمجاميع الأعباء (الاجزاء) المتشابهة

يشبه هذا النظام نظام الرقابة بالصناعات المستمرة ، ولكن مشاكل الرقابة تشبه تلك المتعلقة بالانتاج المتقطع . ونجد أن الرقابة على العمليات الانتاجية لا تسير بسلاسة في هذا النوع من الرقابة كما في نظام الانتاج المستمر. ويرجع السبب في ذلك الى أنه يجب أن يتم ايقاف الآلات عند التحول من طرد (عدد من الوحدات) الى آخر . ونظرا لأن الوقت المتعلق بايقاف الآلة واعادتها للعمل مرة أخرى يختلف من آلة لآلة فان عملية التوازن التام ليست بالشيء السهل ان لم تكن مستحيلة الحدوث .

ويختلف هذا النظام للرقابة عن نظام الرقابة طبقا للأوامر في أنه لا يوجد اصدار للتعليمات عن الطرود الفردية ، وكل المنتجات تتم من خلال نفس العمليات . وكل ما يجب عمله هو ارسال قائمة موضحا عليها الكمية لكل حجم ونوع من المنتجات . وبناء على تلك القائمة يتم تقسيم وقت الآلة بين مختلف الطرود ، وأيضا توضح القائمة تتابع الطرود على الآلات .

ومن أمثلة المنشآت والصناعات التي تطبق هذا النوع من أنظمة الرقابة تلك المنشآت التي تقوم بطبع الكتب والمجلات ، وكذا في المصانع التي تقوم بصناعة الملابس . وعلى سبيل المثال ، ففي صناعة الزى المدرسي يمكن وضع كل شيء من مكونات الزى في مجموعة منفصلة عن الأخرى وذلك نظرا لأنه يوجد أحجام وأنواع وأشكال مختلفة منه . ويتم تجميع الأجزاء المتعلقة بكل حجم في مجموعات ، فيتم وضع الياقات في مجموعة ، والأجزاء الأمامية في مجموعة ، والجيوب في مجموعة ، والأجزاء الخلفية في مجموعة وذلك لكل حجم ولكل شكل معين ولكل نوع من أنواع المواد . وبهذة الطريقة يتم سريان الانتاج فيتم مثلا تقطيع الياقات في مجموعات كبيرة مرة واحدة . وتمر بعد ذلك على المرحلة الثانية وهي الخياطة ، وهكذا تتم المراحل

المختلفة الى أن يتم انتاج السلعة ( Moore & Jahlonski, 1969 ).

## نظام الرقابة وفقا للمقادير

يستخدم هذا النظام من نظم الرقابة عموما في صناعة الأغذية. فمثلا في صناعة الجيلاتي لابد أن تتم عملية الصنع في ضوء مقادير ونسب معينه طبقا للأحجام والأنواع المختلفة المطلوبة. فنجد أنه يجب تحديد كميات السكر واللبن والألوان ومختلف المكونات الأخرى بدقة تامه . وبالتالي فانه عند تغيير حجم الانتاج يجب مراعاة هذة النسب بحيث تتم صناعة تلك الأحجام المختلفة بناء على النسب الموضوعه ( Hopeman, 1976 ).

## نظام الرقابة لمشروعات معينه

يتم استخدام الرقابة وفقا للعقود في المشروعات المعينة أو في المنتجات كبيرة الحجم (العملاقة) والتي تتميز بارتفاع تكلفتها وطول الوقت اللازم لانجازها عموما. ولكن اذا نظرنا للرقابة على العقود بالمشروعات المعينة فانها ليست بنفس السهولة كما هو الحال في رقابة المنشآت التي تقوم بالانتاج وفقا للطلبات الخاصة. ولأغراض الرقابة على المشروعات الكبيرة الحجم ، فانه يجب تقسيمها الى أجزاء ، ثم يتم وضع جداول أساسية من أجل اتمام المكونات الرئيسية بالمشروع أولا. ثم يتم بعد ذلك وضع خطط تفصيلية للقيام بتصنيع كل جزء من الأجزاء الرئيسية. وأيضا توضع جداول للأنشطة الفرعية حتى يتم الانتهاء من جميع الأعمال على ضوء الجدول الأساسي الموضوع .

ويجب ملاحظة أنه لو تم تصنيع كل جزء من الأجزاء الرئيسية في مصانع مختلفة فيجب أن نقوم بالفحص والمتابعة لكل الاعمال المتعلقة بذلك الغرض وتحديد

المواعيد التى يجب أن يتم فيها استلام تلك الأجزاء • فنجد على سبيل المثال أنه فى مصانع المصاعد الكهربائية قد يتم تصنيع هياكل المصاعد فى مصنع والمعدات والقوى المحركة فى مصنع ثانى وخطوط (ممرات) صعود وهبوط المصعد فى مصنع ثالث • ولذلك يجب أن يتم التنسيق بين الجداول لمثل هذا المشروع •

ونظرا لان المشروعات المعينه تتطلب كمية هائلة من عمل المهندسين فيجب تحديد عدد المهندسين اللازمين للعمل فى مشروع ما • ثم يتم بعد ذلك تحديد الوقت اللازم لوضع التصميمات والرسومات الهندسية للمشروع ثم وضع الجداول اللازمة للقيام بعمليات التصنيع • ويمكن استخدام بعض النماذج الرياضية مثل تكلفة بيرت والمسار الحرج كوسيلة مساعدة لهذا الغرض ( Moore & Jablonski, 1969 ) •

ومن أمثلة المشروعات الكبيرة التى يستخدم فيها هذا النظام من الرقابة ، مشاريع بناء الكبارى والطرق والسدود وما شابة ذلك • وتتم الرقابة فى مثل هذه المشروعات بواسطة ملاحظ أو مجموعة من الملاحظين يتواجدون بمناطق التنفيذ ويتابعون سير العمليات المختلفة للمشروع • وبالتالى يمكن تصحيح أى خطأ أو انحراف مع تجنب حدوث أخطاء أو انحرافات لاحقة •

## أهم مجالات مراقبة الانتاج

تتضمن أهم مجالات مراقبة الانتاج الآتى :

(١) الرقابة على الاعمال ، وتشمل تجميع المهام المتصلة بالاوامر والتى يجب أن تحتوى على معلومات وتعليمات واضحة لما يجب عمله والوقت الذى يجب أن يبدأ فيه العمل •

(٢) الرقابة على حركة المواد ، وتتضمن رقابة حركة المواد من المخازن الى الجهة التى سوف تستخدمها حيث يتم ذلك بناء على جداول الانتاج ، وكذا الرقابة على مستوى

حركة المواد من عملية الى أخرى. ويتم ذلك عن طريق طلبات المواد الصادرة الى المخازن ومذكرات حركة المواد.. ويجب أن تتم الرقابة على حركة المواد في جميع المراحل التي تمر بها المادة الخام ، وذلك لضمان وصول البضاعة الى المخازن كمنتج نهائي .

(٣) الرقابة على الخدمات المقدمة الى القوى العاملة والمتعلقة بالتعليمات الخاصة بالعدد والادوات والأجهزة المطلوبة للقيام بالعمل .

(٤) الرقابة على التواريخ والجداول الزمنية المحددة لاصلاح أو صيانة أو استبدال الالات. وذلك حتى يتم اصلاح أي خطأ ناشئ عن تعطل الآلات أو توقفها ، وتعديل التواريخ والجداول الزمنية والخطط الموضوعة للاصلاح والصيانة والاستبدال بناء على ذلك .

(٥) الرقابة على الكمية والجودة ، وتشتمل الرقابة على الكميات التي تم انتاجها بالفعل ، وما اذا كانت مطابقة للكمية المطلوبة. وأيضا الرقابة على الجودة ، وما اذا كانت مطابقة لأنماط الجودة الموضوعة في التخطيط .

(٦) الرقابة على انتاجية العمل ، وتشمل ملاحظة الزمن المنصرف على كل وحدة من وحدات العمل في العملية الصناعية لمقارنتها بالزمن المحدد بالخطة.

(٧) الرقابة على انجاز الطلبيات الخاصة بالعملاء ، وتشمل الرقابة على الكمية والجودة المطلوبين ، ومدى تسليم تلك الطلبيات في مواعيدها وفق الجداول الزمنية الموضوعة لها .

## العوامل المؤثرة على تخطيط ومراقبة الانتاج

لا شك أن هناك العديد من العوامل التي تؤثر على تخطيط ومراقبة الانتاج وعلى وجه الخصوص في المصانع ، ومن أهم تلك العوامل الاتي : ( Amrine , et. al., 1975 ):

## نـــــوع المنتـــج

ان المقصود من نوع المنتج هنا هو درجة تعقد المنتج وليست ماهيتة ، كمـــا يرتبط نوع المنتج بنوع السوق الذى سوف تقدم له السلعة. وتختلف اجراءات مراقبة الانتاج باختلاف نوع المنتج والسوق . فاذا كان المنتج ينتج بحجم كبير ويشتمـــل على مكونات بسيطة وله معايير متفق عليها أصبح أمر مراقبة الانتاج أكثر يســـرا وأقل تعقيدا عادة. كما أن مراقبة الانتاج فى حالة التسويق المتوازن والـــذى يتساوى فيه العرض بالطلب تكون أكثر سهولة عنه فى حالة التسويق الموسمى الذى يحتاج الى القيام بعمليات التخطيط والرقابة بعناية، وذلك لانتاج أقصى قدر ممكن خلال الفترة الزمنية المعينه التى لا يوجد فيها طلب على المنتج مع تخزين الانتاج الى الفترة التى يحين فيها الطلب علية.

## حجـــــم المصنـــع

يعتبر حجم المصنع من العوامل الهامة التى تؤثر على الانتاج ، فكلما كبـر حجم المصنع كلما تعقدت الأنشطة التى تؤدى بواسطة ادارة تخطيط ورقابة الانتاج، من حيث طبيعة مهام التخطيط والرقابة وكذا من حيث درجة تحديد المسئوليـــات وتوزيع المهام داخل الادارة. أما اذا كان حجم المصنع صغيرا فقد لا يوجد حاجـــة الى تقسيم رسمى للعمل وتحديد دقيق للمسئوليات ويكتفى باعطاء تعليمات شفويـــة مما يؤدى الى تخفيض حجم العمل الكتابى وتبسيطة تمشيا مع بساطة أساليـــب التخطيط والرقابة. وبالتالى نجد أن حجم المصنع يؤثر على مدى بساطة أو تعقيد نظام التخطيط والرقابة على الانتاج .

## اسلوب الانتاج

يؤثر أسلوب الانتاج على نظام تخطيط ومراقبة الانتاج ، فاذا كان الانتاج يتم وفقا للطلبيات لمقابلة احتياجات معينة لفئات معينه من المستهلكين عن طريق طلبيات خاصة فان الكمية المنتجه عادة ما تكون صغيرة نسبيا وبالتالى يستلزم ذلك وجود برامج خاصة للانتاج . كما أن الأمر قد يستلزم ترتيبات خاصة للرقابة على الانتاج وفقا لكل طلبية على حدة للتأكد من مدى توافر الشروط والمعايير الخاصة بكل طلبية من حيث النوع والكمية والجودة والوقت اللازم لتسليم الطلبية وخلافه. ومتى تم انتاج تلك الطلبيات مرة واحدة فانه ليس من الضرورى تحسين وسائل الانتاج المستخدمة أو استخدام أدوات وتركيبات متميزة لان الاحتياجات الفنية والتكلفة قد لا تبرر ذلك . وفى حالة تكرار انتاج الطلبية فان الأمر لا يستلزم القيام بعملية تخطيط للانتاج فى كل مرة تتكرر فيها الطلبية لأن ذلك سوف يؤدى الى ارتفاع التكاليف. وكذلك فان عملية الرقابة تكون أكثر بساطة لان جميع العمليات تكون مرونة وملائمة للتصميم المعين والمتكرر، وأيضا يتمكن القائمون بالرقابة بناء على الخبرة السابقة من التغلب على جميع الصعوبات التى يحتمل ظهورها أثناء الانتاج . وبالتالى نجد أن التخطيط لجداول الانتاج والرقابة تكون أكثر بساطة نظرا لتكرار أوامر الانتاج لنفس النوع من الطلبيات ولكن مع مراعاة تعديل الجداول بصفة مستمرة بما يتلاءم والظروف المتغيرة لكل فترة.

أما اذا كان الانتاج وفقا لنظام الانتاج حسب المجموعات ، أى يتم الانتاج فى مجموعات من الأصناف المماثلة وذلك إما لتغطية طلب مستمر أو لمقابلة طلبيات خاصة نجد أنه بعد الانتهاء من انتاج مجموعة معينة يتم تعديل الآلات ووسائل الانتاج المختلفه لانتاج المجموعات الأخرى . وعلية فان سياسات الانتاج تتأثر

بعدد المجموعات وحجمها . كما أن التخطيط والرقابة يكونان أكثر بساطة نسبيا حينما تكون الكميات المنتجه كبيرة وأكثر انتظاما . إلا أن هذا النظام قد يصحبه مشاكل متعلقة بتحديد الحجم الامثل لانتاج المجموعة واعداد جداول الانتاج .

ويعتمد حل تلك المشاكل على ما اذا كان الانتاج وفقا لطلبات خارجية ، فيتم تحديد حجم انتاج المجموعة واعداد الجداول بما يتلاءم واحتياجات المستهلك . أما اذا كان الانتاج للتخزين فان ذلك يتوقف على الظروف الداخلية للمصنع ، وفي كل الحالات فانه يجب مراعاة تكاليف الاعداد الآلى لمراحل الانتاج لكل فترة انتاجية .

أما اذا كان نظام الانتاج المتبع هو نظام الانتاج المستمر فان المصنع يقوم بانتاج كميات كبيرة من السلعة ذاتها وذلك لارتفاع معدل الطلب بالمقارنة بالانتاج حسب المجموعات أو الطلبات الخاصة . كما أن تخطيط ورقابة الانتاج في ظل النظام المستمر قد تكون أكثر بساطة نسبيا عنه في حالة الانتاج وفقا للمجموعات أو الطلبات الخاصة . فعلى الرغم من ضرورة بذل مجهود كبير في اعداد تفصيلات التخطيط قبل بدء عمليات الانتاج ، الا أن الرقابة واعداد الجداول الانتاجية لا يستلزمان جهدا كبيرا وخاصة لان الانتاج يكون محددا بالطاقة الانتاجية المتاحة أو التنبوءات الدورية بالمبيعات .

## التخطيط والرقابة بأنظمة الانتاج حسب الطلبيات

ان نظام الانتاج المتقطع يتميز بخصائص متينه ومنها استخدام آلات ذات أغراض عامة ، وانتاج أنواع عديدة من المنتجات ، والانتاج بكميات صغيرة نسبيا ، مع تغير ممرات وطرق مناولة المواد ، واستخدام التخطيط على أساس العملية ، والانتاج بناء على أوامر التشغيل . ونظرا لان الانتاج يتم بناء على هذه الأوامر لذا فان التخطيط والرقابة تتم بناء على تلك الأوامر حيث يبنى تخطيط ومراقبة

الانشطة على أساس تلك الطلبيات . ويتم التنسيق بين تلك الاوامر عن طريق ترقيمها ، ، أمر يكون له رقم خاص به يتم توقيعة عند استلام الطلبية من العميل . وخلال عمليات الانتاج فان أنشطة الرقابة تتابع الطلبية من خلال رقمها . ولفهم الكيفية التى يتم بها مراقبة الطلبية فان ذلك يتطلب متابعة جميع الاجراءات التى يمر بها الطلب منذ استلامة حتى اتمام تنفيذة .

ان قسم تخطيط ومراقبة الانتاج يقوم عند استلامة لطلب الانتاج بارسالة الى القسم الهندسى أو الى متخصصين بقسم التخطيط والمراقبة لتحديد الاتى ( Hopeman, 1976 ): نوع المواد الخام والاجزاء الضرورية لانجاز الطلب ، العمليات المطلوبة لانجاز الطلبية . وغالبا ما يقوم القسم الهندسى بتحديد نوعية المواد الخام والأجزاء ، أو يتم التوصل الى ذلك من الفواتير الاساسية ، اذا كان قد تم عمل نفس الطلبيات من قبل . ويتم التحليل وعمل فاتورة للمواد وتعرض على قسم التخطيط والرقابة على الانتاج . وتحتوى فاتورة المواد على الآتى :- اسم المنتج الذى سيتم انتاجه ، رقم النموذج (ان وجد) ، المواد الأولية المطلوبة وكميتها ، الأجزاء الأخرى المطلوبة وكميتها ، الاشارة الى التصميم ، والمحددات ، والتعليمات ، وخلافه من المعلومات وثيقة الصلة ، رقم الأمر والكمية التى سوف يتم انتاجها .

ويقوم القسم الهندسى أيضا بتحديد العمليات المطلوبة لانتاج الطلبية واعداد ورقة التشغيل ، ويتم بوجب تلك الورقة تسجيل تتابع العمليات التى تكون مطلوبة لاكتمال انتاج الطلبية . وبالاضافة الى ذلك فان تلك الورقة تسجل أنواع الآلات التى سوف تنجز كل عملية ، وأيضا الأدوات الضرورية والوقت المطلوب للانتهاء من كل عملية من عمليات انتاج الطلبية . وعادة ما يتم وضع سجل بأرقام العمليات وكذا تتابعها . وبعد أن يتم اعداد فاتورة المواد ، وورقة التشغيل فانه يتم

اعداد جداول الانتاج ٠

وتعمل جداول الانتاج على تحديد الوقت المطلوب للانتهاء من العمل ، وتساعد الجداول فى الاجابة على الاسئلة المتعلقة بمتى يتم أداء عمليات معينة٠ وحتى يمكن الاجابة على ذلك السؤال فان من الضرورى اجابة أسئلة فرعية أكثر تفصيلا وهى :متى يجب أن يتم تسليم المنتج النهائى ، ماطول المدة التى سوف تستغرقها عملية التجميع النهائية ، ماطول الفترة التى سوف تتطلبها العمليات الفرعية ، ما طول المدة المقدرة لعملية انتاج الأجزاء الاخرى وخلافة ٠ ان الاجابة على تلك الاسئلة وغيرها تمدنا بمعلومات عن كل التتابعات أو الاوجه الرئيسية لمراحل الانتاج ٠

ومن أجل اعداد جدول مفصل للانتاج فانه من الضرورى ايجاد أجوبة لاسئلة أخرى اضافية مثل : ماهى الطاقة الانتاجية لآلة معينة ، وما هى الاقسام المرتبطة بانتاج الطلبية ، وما طول المدة التى سوف تأخذها تلك الاقسام والآلات للبدء فى الطلبية ، وماطول المدة التى سوف تستغرق للحصول على المواد الأولية المطلوبة والأجزاء الأخرى ، وما طول المدة التى سوف تستغرق لصنع أو لشراء الأدوات المطلوبة ، وما طول المدة التى سوف تستغرق لتحويل المواد الخام من قسم الى قسم آخر ، وما مقدار الوقت المسموح به لعملية الفحص ، وما مقدار المواد الخام والأجزاء المتوافرة بالمخازن وهل توجد حاجة للقيام بصنعها أو شراءها ، وأخيرا ماهى أولوية هذا الأمر الذى تم جمع المعلومات عنه بالمقارنة بالأوامر الأخرى ٠

بعد الحصول على أجوبة لكل هذه الأسئلة وتحليلها يصبح من الممكن جدولة التواريخ التى سيتم وضعها لمواعيد شراء الأجزاء والمواد الخام والأدوات ومواعيد صنع الأجزاء المطلوبة ، ومواعيد تجميع الأنشطة الفرعية ، ومواعيد البدء فى التجميع النهائى ٠ وللقيام بتلك العمليات يمكن استخدام خريطة جانت أو خرائط

الجداول أو لوائح الانتاج الى غير ذلك.

أما الخطوة التالية فى تخطيط الانتاج فتشمل أوامر التشغيل للطلبيـــة وتعرف على أنها عملية اصدار أوامر التنفيذ . ويتم اعداد أوامر التنفيذ بناء على باتورة المواد وورقة التشغيل والجداول . وتشتمل أوامر التنفيذ عادة على المعلومات الآتية :- رقم الامر ، اسم المنتج الذى سيتم تصنيعه ، اسم الجزء الذى سينتج ، وهل بالتجميع الفرعى أم النهائى يتم انتاجه ، الكمية التى سوف يتم انتاجها ، وصف التتابعات للعمليات المطلوبة وعددها ، الاقسام التى سوف تعمل على تلك الطلبية ، الادوات المطلوبة لعمليات خاصة ، الآلات التى سوف تقوم بكل عملية ، تاريخ البدء فى العمليات .

وفى بعض الشركات يتم تسليم أمر التشغيل لملاحظ القسم الذى يقوم بتحديـــد الآلات التى سوف تستخدم والعمال الذين سوف يقومون بالعمل عليها ومتى يتم البدء فى النشاط . وفى مثل تلك الحالة نجد أن الملاحظ هو الذى يقوم بوظيفة الجدولـــة الثانية المفصلة .

وفى شركات أخرى يتم توقيع أمر التشغيل الى متخصصين من قسم التخطيـــط والرقابة على الانتاج . وفى هذه الحالة فان الجدول المفصل يكون فى قسم التخطيط والمراقبة بدلا من ملاحظ القسم . وبناء على أوامر التشغيل يتم ارسال طلبات الى قسم الحصول على المواد ، كما يتم اصدار أوامر الى الملاحظ أو العمال لكى يمكن سحب المواد والأجزاء من المخازن ، وتتحرك الأوامر الى الأشخاص المسئولين عـــن مناولة المواد موضحة ما سيقومون بتحريكه ، والى اين ، ومتى يتم ذلك .

ان كل الأنشطة التى تم مناقشتها حتى الآن ترتبط بالتخطيط للانتاج ، وبعـــد اصدار أوامر التشغيل يتم القيام بعمليات الانتاج ، ومن ثم القيام بمهام الرقابة على العمليات . ونظرا لان الغرض الاساسى من الرقابة على العمليات هو التحقـــق

من أن العمليات تتم وفقا للخطة الموضوعة ففى حالة وجود أى انحراف فان ذلك يتطلب اتخاذ اجراءات معينة لتصحيحه. وقد يرجع الانحراف الى تعطل بعض الآلات، وبالتالى يتم اتخاذ قرارات بنقل العمل الى آلات أخرى، أو قد ينشأ الانحراف بسبب تغيب بعض العمال الدائم مما قد يسبب تعطل بعض الاعمال، وأحيانا قد ينشأ الانحراف بسبب عدم استلام المواد أو الأجزاء أو الأدوات فى مواعيدها مما قد يسبب ارباك فى العمليات الانتاجية وتأخير تسليم الطلبيات فى مواعيدها. وفى تلك الاحوال يجب القيام بتخصيص أوقات اضافية لاعادة العمليات مرة أخرى الى مواعيدها المقررة ببرامج العمل.

هذا فيما يتعلق برقابة عمليات الانتاج، أما النوعين الآخرين من الرقابة فهما الرقابة السابقة والرقابة اللاحقة. وتكون الأولى مطلوبة قبل البدء فى الانتاج، وهى تتعلق بمراقبة جميع المواد والأجزاء الداخلة فى عملية الصنع والتأكد من مستوى جودتها، وأيضا مراقبة الموارد البشرية (مثالا على ذلك، مراقبة كون العمال على درجة مهارة وقدرة تمكنهم من القيام بالأعمال الموكلة اليهم، وكذا مراقبة مدى كفاءة الآلات التى سوف يستخدمها العاملين فى العمليات). أما الثانية فانها تتم بعد الانتهاء من عمليات الانتاج وحتى يتم توصيل المنتج الى المستهلك، والغرض منها معرفة أسباب الانحرافات وعدم تكرارها فى المستقبل والتأكد من وصول السلع بالجودة المرغوبة الى المستهلك النهائى.

وخلاصة القول فان التخطيط والرقابة فى أنظمة الانتاج المتقطع تتطلب أولا تحليل الطلبيات الواردة من العملاء من الناحية الهندسية والفنية وغيرها لتحديد فواتير المواد ومستندات التشغيل لكل الطلبيات. بعد ذلك يتم تجميع المعلومات لعمل جداول الانتاج. وبناء على تلك المعلومات يتم اصدار أوامر التشغيل التى بموجبها تبدأ الانشطة الانتاجية. وأخيرا يتم مراقبة تلك الأنشطة للتأكد من مطابقتها للخطة فاذا اكتشف أى انحراف استلزم الامر اتخاذ القرارات التصحيحية.

جدولة النسبة الحرجة. يستخدم نموذج النسبة الحرجة كأداة لجدولة أنظمة الانتاج المتقطع . ان النسبة الحرجة في حد ذاتها ما هي الا مقياس للأهمية لأي طلبية بالمقارنة بالطلبيات الاخرى لنفس التسهيل الانتاجي . وتعطى النسبة الحرجة الأسبقية أو الاولوية النسبية لطلبية معينة وذلك عندما يتم استخدام نظام حجم الطلبية الثابت ومدى الاحتفاظ بحجم الطلبية الثابت . وبحساب النسبة الحرجة لكل الطلبيات في الانتاج ، فانه من الممكن تحديد عدد الطلبيات التي تكون متخلفة عن الجدول (أي لم يتم الانتهاء منها حسب الجدول) والطلبات التي يجب أن يتم عملها بعد ذلك أو أنه من الواجب زيادة معدلات التشغيل فيها . هذا ومع فرض أن جميع العوامل الاخرى متساوية ، فان الطلبيات التي تملك نسبة حرجة أقل يتم تشغيلها قبل التي تملك نسبة حرجة أكبر . أي أن النسبة الحرجة تصبح المعيار للسماح للطلبات بالبدء بالعمل عليها أو الانتهاء منها . ويمكن حساب النسبة الحرجة ببساطة كالاتي :

$$\text{النسبة الحرجة} = \frac{\text{الوقت الباقي حتى يتم الانتهاء من العمل}}{\text{الوقت الحقيقي المحتاج اليه للانتهاء من العمل}}$$

وعلى سبيل المثال ، لو أن عمل ما يجب أن يتم الانتهاء منه في ٣٠ يوم ، ولكن في الحقيقة سوف يأخذ ٤٠ يوم حتى يتم الانتهاء منه.

∴ النسبه الحرجة = $\frac{٣٠}{٤٠}$ = ٧٥ر. ومن الجهة الاخرى لو أن عمل ما يجب أن يتم الانتهاء منه في ١٥ يوم ، ولكن في الحقيقة سوف يأخذ فقط عشرة أيام ليتم الانتهاء منه .

∴ النسبه الحرجة = $\frac{١٥}{١٠}$ = ٥ر١

وعموما ، فان النسبة الحرجة التي تكون أكبر من ١ ، تعني أن الطلبية متقدمة على الجدول ، أما اذا كانت مساوية للواحد ، فهذا يعني أنها متمشية مع الجدول ، أما اذا كانت النسبة أقل من الواحد فهذا يعني أن الطلبية متخلفة عن الجدول .

وبهذا فانه يمكن استخدام النسب في تحديد أى الطلبات يبدأ أولا • وتشير النسبه الحرجة أيضا امكانية التخفيض النسبي المحتاج اليه لوقت العملية للطلبات الحرجة• وبذلك يمكن مواجهة تاريخ الحاجه والمطلوب الوفاء بالطلبات فى حدودة•

ان النسبه الحرجة هي علاقة وقت بين متى يتم طلب المنتج ومتى يمكن الامداد به.وعندما تكون النسبه الحرجة أكبر من الواحد فهذا يعنى أنه يوجد وقت كبير وكافى للانتهاء من الطلبية قبل الميعاد المحدد فى الجدول وأنه يوجد وقت فائض يمكن استخدامه عند الحاجه اليه• أما اذا كانت النسبه مساويه للواحد الصحيح فهذا يعنى أنه لا يوجد أى فعل معين يمكن ان يتم اتخاذه• أما اذا كانت النسبه أقل من الواحد فهذا يعنى أن الطلبيه تكون فى موقف حرج وبحاجة الى أن يتم استخدام السرعه فى العمل حتى يتم الانتهاء منها حسب الجدول (أى الوقت المحدد)•

ويتم تزويد أنظمة الكمبيوتر بمستويات المخزون اليومية الحديثة ، لكى تساعد عند اعداد جداول الانتاج فى الحصول على قائمة يومية بالنسب الحرجة لكل الطلبيات التى يتم جدولتها والمبنية على التغيرات الجارية فى الطلب• فعندما يخضع المنتج للتغير فى الطلب ، فان النسبة الحرجة تسمح باعادة تقييم التاريخ بالجدول وبذلك يتم تجنب نفاد المخزون • فالانتاج يستجيب بدرجة أسرع لطلبات العميل الحقيقى • فالطلبيات ذات الطلب المنخفض تؤثر على الانتاج وذلك باعادة جدولة التصنيع فى تاريخ متأخر والقيام بايضاح الطلبيات ذات النسبة المنخفضة أولا . ومن ثم يحدث توازن بين مخرجات الانتاج وطلب العميل . وأيضا يمكن تجنب وجود مخزون زائد ، أو حدوث نفاد فى المخزون ، وبذلك يتم تخفيض التكاليف وتحسين الخدمة•

ومن أجل استخدام النسبة الحرجة فى جدولة الانتاج فى أقسام العمل فانه يمكن استخدام المعادلة التالية:

$$\text{النسبه الحرجـــة} = \frac{\text{التاريخ المطلوب - تاريخ اليوم}}{\text{الايام المطلوبة لانتهاء من العمل}} \quad \text{أو}$$

$$= \frac{\text{المخزون كنسبة أو جزء من نقطة اعادة الطلب}}{\text{الوقت الباقي كنسبة من وقت الوصول}}$$

ويمكن ايضاح ذلك بالمثال التالي : بفرض أن عنصر ما من عناصر المخزون يتم تصنيعه داخليا فى المصنع . وأن نقطة اعادة الطلب هى ١٠٠٠ وحدة ، وأن الطلبية الكاملة يتم وضعها فى المخـزن مرة واحدة (معدل الملئ لا نهائى). وأن وقـــت الوصول لاشياء المصنعة هو ٢٠ اسبوع ، وقد مر ١٠ أسابيع منذ أن تم وضع الطلبية الاخيرة . فلو أن المخزون الموجود حاليا هو ٤٠٠ وحدة ، فما هى النسبة الحرجـة للعنصـــــر ؟

$$\text{النسبه الحرجـــة} = \frac{\text{المخزون كنسبة من نقطة اعادة الطلب}}{\text{الوقت الباقي كنسبة من وقت الوصول}}$$

$$= \frac{\frac{٤٠٠}{١٠٠٠}}{\frac{١٠}{٢٠}} = ٠{,}٨$$

وفى حالة زيادة الطلب ، فان العنصر يجب أن يتحرك أسرع وذلك لان النسبـــة الحرجة أقل من واحد .

وعندما تستخدم النسبة الحرجه فى جدولة عمليات المخزن أو تحديد أى العناصر يجب أن يتم شحنها فى التسليم اللاحق أو التالى أولا فانه يتم استخدام المعادلـة التاليـــة :

$$\text{النسبة الحرجة} = \frac{\text{أيام الامـــداد}}{\text{وقت الوصول الباقي (الباقي من وقت الوصول)}}$$

$$\text{عدد أيام الامداد} = \frac{\text{المخزون الحالى - مخزون الامـــان}}{\text{متوسط الطلب اليومـــى}}$$

وفي الحياة العملية فان كل العناصر التي تشحن يجب أن تملك نسبة حرجة محسوبة ومرتبة. وكل العناصر التي تملك نسبة حرجة أقل من واحد يجب أن يتم شحنها أولا، وهكذا تبعا للنسب الحرجة . وللايضاح نورد المثال التالي : بفرض أن الطلب اليومي على إحدى عناصر المخزون مقدارة ٥٠ وحدة ، وكمية الطلبية مقدارها ٣٠٠ وحدة ، ووقت الوصول (الباقي) ثلاثة أيام ، ومخزون الامان ٢٥ وحدة. ويوضح الجدول ( ٣٩ ) معلومات عن المخزون المتاح ، والمطلوب تحديد النسبة الحرجة بهذا العنصر من المخزون .

جـــــدول (٣٩)

| التاريــــخ | المخزون المتاح (الحالى ) بالوحدات |
|---|---|
| ديسمبر ١ | ٤٠٠ |
| ٢ | ٣٨٠ |
| ٣ | ٣٥٠ |
| ٤ | ٣٠٠ |
| ٥ | ٢٦٠ |
| ٦ | ٢٢٠ |
| ٧ | ١٨٠ |
| ٨ | ١٥٠ |
| ٩ | ١٢٠ |
| ١٠ | ١٠٠ |

ولحساب النسبة الحرجة يتم استخدام المعادلات السابق الاشارة اليها . ويوضح الجدول التالي رقم (٤٠) تلك الحسابات للأيام من ديسمبر ١ الى ديسمبر ١٠ .

جـــــدول (٤٠)

| التاريخ | المخزون الحالى | أيام الامداد | وقت الوصول | النسبة الحرجــــة |
|---|---|---|---|---|
| ديسمبر ١ | ٤٠٠ | ٧٫٥٠ | ٣ | ٢٫٥٠ |
| ٢ | ٣٨٠ | ٧٫١٠ | ٣ | ٢٫٣٧ |
| ٣ | ٣٥٠ | ٦٫٥٠ | ٣ | ٢٫١٧ |
| ٤ | ٣٠٠ | ٥٫٥٠ | ٣ | ١٫٨٣ |

جـــــــدول (٤٠) مستمـــــــر

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ٥ | ٢٦٠ | ٤٫٧٠ | ٣ | ١٫٥٧ |
| ٦ | ٢٢٠ | ٣٫٩٠ | ٣ | ١٫٣٠ |
| ٧ | ١٨٠ | ٣٫١٠ | ٣ | ١٫٠٣ |
| ٨ | ١٥٠ | ٢٫٥٠ | ٣ | ٫٨٣ |
| ٩ | ١٢٠ | ١٫٩٠ | ٣ | ٫٦٣ |
| ١٠ | ١٠٠ | ١٫٥٠ | ٣ | ٫٥٠ |

ويعتبر استخدام النسب الحرجة على درجة كبيرة من الاهمية خصوصا لعناصر المخزون التى تخضع للنفاد التدريجى ٠ ان المبدأ الاساسى هو قياس أسبقية أو أولوية الطلبيات تبعا للدرجة التى وصل اليها نفاد المخزون ٠ فلو أن المخـــزون قد هبط الى مستوى ٥٠٪ أسفل نقطة إعادة الطلب ، فان وقت الطلبية يجب أن يكون قد اكتمل منه نسبة ٥٠٪ ٠ فلو أن الطلبية قد أكتمل منها ٦٠٪ ، فانها تكون متقدمة على الجدول ، ولو أن ٤٠٪ قد اكتمل فانها تكون متخلفة عن الجدول .

ويمكن استخدام النسبة الحرجة فى عملية الجدولة للطلبيات ٠ انها طريقـــة سهلة وغير مكلفة وسريعة لتوقيع الاسبقيات وجدولة الانتاج ٠، وتخفيض نفاد المخزون الى أقل حد ممكن. كما تساعد على تحسن الخدمة التى تقدم العملاء ٠

فعندما يوضح ملخص النسبه الحرجة أن ٤٠٪ من الاعمال تملك نسبه حرجة أقل من ١٫٠٠ ، فان الادارة يجب أن تعمل على روءية وتفحص المشكلات ٠ فقد يكون الســـبب فى ذلك يرجع الى زيادة صافى الطلب والذى قد يجعل من الضرورة تغيير الطاقـــات الانتاجية بصورة موءقته أو دائمة ٠ أو قد يرجع السبب فى ذلك الى انخفاض نقطـــة إعادة الطلب ٠ ومن الجدير بالذكر أنه يجب دراسة المناطق التى تتجة فيها النسب الحرجة الى الإنخفاض (أى أقل من ١٫٠٠) ومحاولة السيطرة المسبقة عليها ٠ إن مناطق الضعف أو الاختناق يمكن أن توءثر تأثيرا بالغا على أداء العمليات بأكملها لو لم يتم تصحيحها ٠ وبالمثل لو أن النسب الحرجة كانت أعلى من ١٫٠٠ وتتجه الى الارتفاع

مع عدم وجود مؤشرات بأنها ستتجه الى الانخفاض ، فانه من الافضل تخفيض الطاقة المتعلقة بها .

وعلى أية حال ، فانه يمكن استخدام النسب الحرجه المتغيرة للحماية ضد نفاد المخزون في نظام المخزن الرئيسي . ويخدم المخزن الرئيسي العديد من الفروع في المنطقه المحاطة به . فلو أن مستويات المخزون منخفضة في المخزن الرئيسي ، فانه من المرغوب فيه تخفيض الطلب على كل فروع المخازن بالنسبة لذلك العنصر ذو المستويات المنخفضة . فاذا لم يتم تخفيض حجم الطلبية ، فان بعض الفروع سوف تحصل على امداد كامل بينما الفروع الاخرى سوف لا تتسلم شيئا . ان الهدف هو تخفيض حجم الطلبية لكل المواقع حتى تملك جميع الفروع مخزون من هذا العنصر . ويمكن حماية المخزن الفرعي عن طريق تطبيق مقياس الحرجية في المخزن الرئيسي . فعندما يكون مقياس الحرجية أقل من ١,٠٠ ، فان احجام الطلبية للمخزن الفرعي (كميات الطلب الاقتصادية) يجب تخفيضها . ان حجم الطلبية من البضاعه المشحونه لموقع المخزن الفرعي هي ببساطة حجم الطلبية للفرع مضروبه في مقياس الحرجية . وعندما يكون مقياس الحرجية على عنصر ما أكبر من ١,٠٠ ، يتم ملئ المخزن الفرعي بطلبية كاملة . ان استخدام مقياس الحرجية يمنع انتهاء المخزون بينما يسمح باشباع الطلب لبعض المخازن الفرعية الاخرى .

ان مقاييس الحرجية تعطي موشرا يمكن منه استنتاج مدى الحاجه الى السرعة أو البطئ بالنسبة لوقت جدولة الطلبيات ، بحيث يمكن تجنب نفاد المخزون أو تكدسه وزيادته عن الحاجه . ولا شك أن ذلك يساعد على ربط النماذج النظرية للمخزون بالمتطلبات والاحتياجات الفعلية بالواقع العملي بما يمكن من سد الفجوة بين النظرية والتطبيق (Tersine, 1976).

# التخطيط والرقابة بأنظمة الانتاج المستمر

تتصف أنظمة الانتاج المستمر باستخدام الآلات المتخصصة والتي غالبا ما تكون ذاتية التشغيل . كما أن الانتاج يتم لسلع نمطية وبكميات كبيرة ، ويكون التخطيط الداخلي على أساس المنتج ، كما يكون الانتاج للتخزين وذلك من أجل مواجهة الاحتياجات طويلة الاجل ، وعموما فان حركة معدات نقل المواد بخطوط الانتاج المستمر تتخذ طريقا ثابتا . ومن أمثلة الصناعات التي يطبق فيها نظام الانتاج المستمر صناعة السجائر ، وبعض أنواع المعلبات الغذائية وخلافه .

ان أكثر نظم الرقابة ملاءمة لنظام الانتاج المستمر هو رقابة الحركة أو التدفق . ويلاحظ أن الأنشطة المتعلقة بالتخطيط والرقابة بهذا النظام تعتبر أسهل نسبيا من الأنشطة المتعلقة بالتخطيط والرقابة بنظام الإنتاج المتقطع . ومن بين الاعتبارات المؤيدة لذلك أنه لا توجد حاجة لاجراء تغيير فى طرق حركة معدات النقل داخل المصنع نظرا لان تلك الطرق تكون عادة ثابته اذا كان خط الانتاج متحرك بمعدل ثابت . كما أن التخطيط الداخلي للآلات بناء على ذلك يكون مبنيا على أساس منتجات معيارية ، حيث يتم وضع الآلات في تتابعات ويتم عمل توازن لها . وهذا يساعد على استئصال أو التقليل من المشاكل المتعلقة بالجدولة للمنتجات كما يتم فى خط الانتاج المتحرك بمعدل ثابت استخدام أدوات مناولة للمواد ذات طريق ثابت مثل السيور المتحركة أو خطوط الأنابيب التى تصل الآلات بعضها ببعض ، ولذلك لا توجد مشكلة لتحرك الأوامر . ولذا فإن توقيع أوامر التشغيل للعمال تعتبر غير أساسية فى هذا النظام نظرا لان العمال لا يقومون بأداء أعمال متنوعة وانما يقومون بأداء أعمال متخصصة وروتينية الى حد ما ، ولذا فانهم يعرفون متى وأين وكيف يتم العمل نظرا لاستمراريته وعدم تغيرة .

ان وظيفة التخطيط للانتاج بنظام الانتاج المستمر تنتمل على تحديد الكمية النمطية من الوحدات التى سوف تنتج للتخزين أو للطلب فى المستقبل،وتتجـه المراحل المتقدمة فى عملية التخطيط بعد ذلك الى الابقاء على مواد خام ومؤن كافية لتحقيق استمرار العمليات الانتاجية ، بينما تتجه وظيفة مراقبة الانتاج نحو الابقاء على معدلات حركة الانتاج لكى يتم انتاج الكمية المطلوبة. وتعتبر مراقبة المخزون ذات أهمية كبيرة لهذا النوع من أنظمة الانتاج ولذا فانها من الممكن أن تكون من مسئوليات قسم التخطيط والرقابة على الانتاج . وفى تلك الخطة يتولى القسم مسئولية الاحتفاظ بمستويات معينة من المواد والمؤن لضمان استمرار العمليات الانتاجية مع تقليل الاستثمار فى المخزون فى نفس الوقت الى أقل حد ممكن ، وعدم السماح بتكدس السلع التامة الصنع فى نهاية العمليات حتى لايتسبب ذلك فى تعطيل العمليات الانتاجية .

مما سبق يتضح أن الهدف من التخطيط والرقابة على أنظمة الانتاج المستمر هو التأكد من وجود المواد الخام وغيرها فى متناول خطوط الانتاج وذلك لتزويد العمليات الانتاجية بمتطلباتها ، وأيضا التأكد من تصريف السلع التامة الصنع من نظام الانتاج بعد الانتهاء من تصنيعها، والابقاء على معدلات معينة حتى يمكن للنظام أن يعمل بالطاقة الانتاجية القصوى اذا لزم الامر ، أو أن يعمل بالدرجة التى تمكن من مواجهة الطلب على السلع التى تقوم ادارة العمليات الانتاجية بتصنيعها ، هذا بالاضافة الى أنه يجب التأكد من تنفيذ الخطة الموضوعة وفقا للكميات والتكاليف والجودة والوقت الملائم بما يمكن من تحقيق الأهداف المرغوبة على الوجه الأفضل . ومن الجدير بالذكر ملاحظة أن القيام بمهام التخطيط والرقابة على الوجه الأمثل سوف يمكن من تخفيض الفجوة بين النظرية والتطبيق بما يساعد على سد الفراغ الادارى .

# علاقة تخطيط ورقابة الانتاج بوظائف المشروع

تعد الوظائف التالية من أهم الوظائف التى لها علاقة وثيقة بتخطيط ورقابة الانتاج بالمشروع الصناعى ( Biegel, 1971 ):

## الوظائف الانتاجية

وتشتمل الوظائف المتعلقة مباشرة بعملية الصنع أو حركة المنتج وتتضمن الاتى :

(١) استلام المواد الخام .

(٢) التخزين للمواد الخام لحين احتياجها فى العملية الانتاجية ، والتخزين للمنتج النهائى لحين توزيعه على العملاء .

(٣) نقل المواد خلال العمليات الانتاجية .

(٤) عملية الانتاج أو التصنيع وتتعلق بتحويل المادة الخام الى منتجات نهائية ومقبولة اقتصاديا .

(٥) عملية الشحن وتتعلق بنقل المنتجات التامة الى العملاء .

هذا وقد نجد أنه يتطلب تعقد العمليات وزيادة حجم المشروع وجود إدارة مستقلة للمخازن ، وبالتالى فانها فى تلك الحالة تكون هى المسئولة عن المخزون وحركته مع تعاون الادارات الاخرى وخاصة ادارة الانتاج .

## الوظائف الهندسية

وتشمل الوظائف المتعلقة بالترتيب لعملية الصنع ومنها الاتى :-

تصميم المنتج . وهذه الوظيفة تتعلق بوضع الرسومات الاساسية للمنتجات وأيضا تطوير المنتجات الحالية وترجمة التطوير فى صورة وصفية ووضع رسومات

معينه للمنتج وأيضا اجراء التغيرات والتعديلات الضرورية في المنتجات .

تصميم العمليات. وتتعلق هذه الوظيفة بتطوير العمليات الصناعية بطريقة تحقق أقصى كفاءة من تلك العمليات ، وأيضا تتعلق برسم الخطط لمستلزمات هذه العمليات واحتياجاتها بما يكفل انتاج مستوى الجودة المطلوبة بأقل تكلفة وتحقيق عائد معقول . وتشمل كذلك التخطيط الداخلي للمصنع ودراسة طرق الانتاج وتنظيم العمل وتصميم الآلات .

هندسة المصنع . وهذه الوظيفة تتعلق بتحديد موقع الآلات والصيانة لتلك الآلات وللتسهيلات المختلفة في المصنع والمباني . ونجد أنه من الضروري وجود أماكن ملائمة للعمل ومراعاة الضوء والحرارة والرطوبة وخلافة من العوامل حتى يتم الانتاج بطريقة تتسم بالفاعلية والكفاءة .

المعايير والطرق الهندسية. وهذه الوظيفة ترتبط بتحديد ووضع طرق مفصلة للعمل ، ووضع معايير للعمليات الانتاجية .

## الوظائف الرقابية

وتشمل الوظائف المتعلقة بالرقابة على الانتاج والعمليات والصيانة وغيرها .

رقابة الانتاج . تتضمن الرقابة على الانتاج مجموعة من الاجراءات والأنشطة تستهدف انتاج السلعة المرغوب فيها ، بالكمية المطلوبة ، وبالنوعية المطلوبة ، وفي الوقت المناسب ، وبأقل تكلفة ممكنة . فالرقابة الكفء على الانتاج تؤدي الى تقليل حجم المواد تحت الصنع في نطاق المصنع وتحقيق التدفق المنتظم للمواد الاولية ، وضمان السير المنتظم للعمليات الصناعية خلال مراحل الصنع المختلفة . وهذا يعني أن كفاءة الرقابة تتمثل في الحد من التبذير للموارد البشرية والمادية وبالتالي تحقيق الاستثمار الأفضل لكافة الموارد المتاحة. فالرقابة على الانتاج اذن تتضمن تنسيق وتوجية كافة الأنشطة المتعلقة بالتدفق للمواد الخام والتأكد

من تحقيق السير المنتظم للعمليات الانتاجية حتى يتم الحصول على المنتج النهائى •

ان الرقابة على الانتاج تنطلق من التنبوءات الاقتصادية حول حجم الطلب المتوقع على السلعة (أو منذ استلام طلبات الشراء أو التعاقدات) ، ومن ثم ترجمة الطلب الى أوامر وارسال هذه الأوامر الى المصنع بالمعدلات أو التسلسلات التى يستطيع المصنع استيعابها بصورة كاملة ودون اعاقة للعمليات الصناعية الجارية• ويجب ملاحظة أن الرقابة على الانتاج وثيقة الصلة بالتخطيط ، وعلية فان وجود رقابة يحتم وجود خطة للانتاج وما يتعلق بذلك من وضع مقاييس أو معايير لغرض مقارنة النتائج الفعلية المحققة للعمليات الصناعية مع ما هو مخطط ومن ثم استقصاء أسباب الانحرافات ان وجدت واتخاذ الاجراءات اللازمة لمعالجة هذه الانحرافات فى المستقبل ، وتنقسم الرقابة على الانتاج الى ما يلى :

<u>الرقابة على حجم الانتاج</u> • وتتضمن مقارنة التنبوءات الاقتصادية المتعلقة بحجم الطلب على السلعة المصنوعة مع حجم الطلب الحقيقى ، ومقارنة نتائج العمليات الصناعية مع خطط وجداول الانتاج الموضوعة ، وأيضا ضمان توزيع العمليات الصناعية على وسائل الانتاج ، وضمان تحقيق الرقابة على المخزون ، والاشراف على انتظام توزيع المنتجات المصنوعة وفقا لطلبات المستهلكين •

<u>الرقابة على الجودة</u>• وتتضمن تلك الوظيفة وضع وتطبيق الاسس العلمية كالمعايير لغرض احكام الرقابة على طبيعة وجودة المواد الاولية والسلع شبة المصنوعة ، وكذلك السلع تامة الصنع• فهى تشمل اختبار ومقارنة المواد الاولية والسلع المنتجة مع المواصفات والمعايير الموضوعة (والتى يراعى عند وضعها المواصفات والخواص الفنية للمنتج والامكانيات المادية والبشرية للمصنع وتكاليف انتاج المستويات المختلفة من الجودة) لغرض التأكد من درجة جودة المواد والسلع ومدى صلاحيتها للاستعمال •

<u>الرقابة على تكاليف الانتاج</u>• وتتعلق هذه الوظيفة بتحديد وتسجيل التكاليف المتعلقة بالصنع وجميع العمليات المختلفة ومقارنتها بالتكاليف الظاهرة في الميزانيات التقديرية ، وبالمعايير الموضوعة واكتشاف الانحرافات بين النتائج الفعلية والنتائج المقدرة وتسجيلها وتحليلها وتفسيرها والوقوف على أسباب هذه الانحرافات واتخاذ القرارات اللازمة لتصحيحها•

<u>مراقبة الوقت</u>• وتتعلق بالرقابة على توقيتات العمليات المختلفة ومتابعتها أثناء التنفيذ خطوة بخطوة، ومقارنتها بالمعايير الزمنية الموضوعة لهذا الغرض بالخطط والبرامج الزمنية للانتاج لمعرفة واكتشاف الانحراف ان وجد ، واتخاذ الاجراءات التصحيحية اللازمة حتى يتم انتاج السلع المطلوبة في التوقيتات المحددة بالخطط والبرامج الزمنية المعدة لذلك •

<u>رقابة صيانة الآلات</u>• وتختص وظيفة الصيانة بمساعدة الادارة في تصميم نظام الصيانة للآلات كما تتولى مهام تشغيله • وأهم الخدمات التي تقدمها وتتم مراقبتها الآتي :-

(١) تقديم خدمات الاصلاح المختلفة في حالة الطوارئ •

(٢) التفتيش الدوري المستمر على الآلات والمعدات لاكتشاف الاحتمالات المتوقعة للتعطل ••

(٣) اعداد ومتابعة الجداول الزمنية لأعمار الآلات والمعدات•

(٤) اعداد الجداول الزمنية المتعلقة بتحديد المواعيد المتوقعة لاحلال الآلات وذلك لضمان القيام بعملية الاحلال في الوقت المناسب•

(٥) الامساك بالسجلات الخاصة بالآلات والمعدات وتسجيل عمليات التغيير والاصلاحات•

(٦) مساعدة الادارة التنفيذية في رسم سياسة سليمة لاحلال الآلات والمعدات وتجديدها على ضوء الاحتياجات الفنية للمصنع والتي يتقنها جيدا خبراء الصيانة•

، تشتمل على تلك الوظائف والتى من شأنها دعم الوظائف السابق ذكرها من أجل تحقيق الاهداف المرغوبة . وتتضمن هذه الوظائف الاتـى :

وظيفـة الشـراء . وهذة الوظيفة تتعلق بشراء المواد الخام بالكميـة المناسبة وبالجودة والسعر المناسب ، وضمان الاستلام فى المواعيد المناسبـة حسب جداول الانتاج الموضوعة .

وظيفـة التسويـق . وهذة الوظيفة تتعلق بدراسة المستهلك والسوق وتسويق السلع التامة وتوصيلها الى المستهلك النهائى وفقا لرغباته ومتابعة مـدى رضاءة والوفاء بحاجياتة .

صيانـة المصنـع . وتتعلق هذه الوظيفة بعمليات الصيانة لمختلف أجـزاء المصنع ومبانى ومرافق المنشأه .

وظيفـة الأفـراد . وتهتم هذه الوظيفة باستجلاب القوى العاملة اللازمـة وتدريبها ، وكذلك القيام بجميع الاجراءات الادارية الخاصة بتعيين ونقل وانهـاء خدمة العاملين بالمنشأة . كما تهتم هذه الوظيفة بمعرفة متطلبات العمال وحماية مصالحهم ، وبذل المجهود اللازمة لترغيبهم فى العمل ، وعقد الندوات والاجتماعـات المختلفة لهم لاحاطتهم بمحتويات الوظيفة والعمل حتى ترتفع انتاجيتهم .

## خـاتمـة

تناولنا فى هذا الفصل تخطيط ورقابة الانتاج ، وقد آثرنا ربطهما معا فـى فصل واحد نظرا لارتباطهما الوثيق ببعضهما البعض . وكذا أشرنا مسبقا فى مواضـع عدة الى أن نموذج الرقابه ( وكذا الرقابه على الانتاج) ينبغى أن يتضمن التخطيط

والرقابه معا حتى يأتى ذلك النموذج متوافقا مع احتياجات الواقع بحيث يمكن ذلك من ربط النظرية بالتطبيق وسد الهوة بينهما . ومن ثم فقد كان علاجنا لتخطيط ورقابة الانتاج فى فصل واحد .

وكان هدفنا هو التركيز على أن تخطيط ورقابة الانتاج ينبغى أن تمكن من سد الفجوة بين المرغوب فى تحقيقه والمتاح تحقيقه من أجل تحقيق الاهداف المرغوبه لادارة الانتاج على الوجه الامثل . ومن أجل ذلك فانه ينبغى مراعاة الجوانب العلميه والعمليه لسد الفراغ الادارى وذلك بتبنى نظريات ونماذج التخطيط والرقابه على الانتاج التى ترتبط بفلسفه اداريه للمنشأة ذات متغيرات فعاله بحيث يمكن ذلك من التأثير فى المتغيرات البيئيه و (أو) التكيف معها بما يوصل الى تحقيق الاهداف المرغوبه على أمثل وجه .

ولذا فانه فى تخطيط ورقابة الانتاج فانه لابد وأن يرتبط ذلك بالخطة الشامله للمنشأه بما تستند عليه من مراجعة اداريه وتقييم للبيئه الداخليه والخارجية مع الاعتماد على أنظمة وبنوك متقدمة للمعلومات فى هذا الخصوص . ومن ثم فانه بناء على ذلك يتم توجيه المفاهيم والاسس العلميه فى تخطيط ورقابة الانتاج لخدمة الواقع العملى وتحقيق الربط بينهما بما يساهم فى سد الهوة بين النظرية والتطبيق ويمكن من سد الفجوة بين المرغوب تحقيقه والمتاح تحقيقه من أهداف وذلك من أجل تحقيق الاهداف المرغوبه على أمثل وجه .

# الباب الثالث

## أدوات وتطبيقات تخطيط ورقابة الانتاج

# الفصل الأول

## أدوات اتخاذ القرارات فى تخطيط ورقابة الانتاج

## مـقـدمـة

تعددت أدوات اتخاذ القرارات وتنوعت وخاصة الكمى منها . فمع التقدم العلمى أصبح هناك كم هائل من تلك الادوات . لقد أصبح محور التركيز فى الوقت الراهن هو الاختيار الملائم للأداة (النموذج) أو الادوات الكمية التى تمكن من حل المشكله أو المشكلات التى تواجه المنشأه حلا عمليا سليما وعلى أساس علمى.

إننا هنا نود أن نؤكد على أن الاختيار العلمى للاداة (النموذج) أو الادوات الكمية الملائمه لحل المشكله واتخاذ القرار سوف يمكن من ربط النماذج والنظريات العلمية بالواقع العملى وذلك باختيار أكثر الادوات والنماذج ملاءمه لحل المشكله واتخاذ القرار على أساس علمى سليم وبما يمكن من مواجهة المتطلبات العمليـة وحل المشكله أو المشكلات التى توجد على أرض الواقع بالمنشأه ، بحيث يوصل ذلك الى سد الهوة بين النظرية وبين التطبيق العملى .

ان اختيار النموذج أو النماذج الرياضية لحل المشكله ينبغى أن تتوافق اذن مع متطلبات الواقع العملى بحيث تمكن من سد الفجوة بين النظرية والتطبيق . ومن أجل ذلك فانه ينبغى اتباع الخطوات التاليه عند اختيار النموذج أو النماذج الكمية من أجل حل مشكلة ما ( Dunn & Ramsing , 1981 ):

(١) تحديد المشكلة وتحديد جهة القرار .

(٢) تحديد الاهداف من وراء حل المشكلة .

(٣) تحديد البيانات الثانوية الممكن الحصول عليها .

(٤) اختيار النماذج الكميه لحل المشكلة .

(٥) تقييم تلك النماذج وفقا لمعايير لاختيار أكثرها ملاءمة لحل المشكله .

(٦) اختبار النموذج الصالح للتطبيق .

(٧) تجميع البيانات الاولية عن المشكله ، وتطبيق النموذج .

(٨) عرض النتائج الاولية على جهة الاختصاص .

(٩) مراجعة النموذج وادخال التعديلات والتحسينات عليه كلما تطلب ذلك .

وتقوم الادارة باتخاذ القرارات لتقرير ما سوف تفعله سواء كان ذلك فى الاجل القصير أو فى الأجل الطويل . وتلك القرارات ، سواء كانت متعلقة بالناحية الانتاجية أو المالية أو التسويقية أو خلافة ، تتضمن تقرير المسار الامثل من بين عدد من البدائل المتوافرة لدى الادارة بحيث يؤدى ذلك الى تحقيق أهداف المنشأه على أكفأ وجه ممكن . وهذا يتطلب من الادارة أن تخصص جانبا كبيرا من الوقت والجهد لحل المشكلات واتخاذ القرارات الادارية المتعلقة بالتخطيط والرقابة .

ان ادارة الانتاج عند اتخاذها لاى قرار يتعلق بالانتاج تقوم بالاختيار من بين العديد من البدائل ، وتحديد البديل الامثل الذى يساهم بأفضل درجة فى تحقيق الاهداف التى تسعى الادارة الى تحقيقها . وعلى هذا فان عملية اتخاذ القرار ماهى الا عملية مفاضلة بين بدائل يتم الاختيار من بينها لحل مشكلة محددة سلفا ، مع تهيئة الصلاحيات الممكنة من أجل تطبيق ذلك الحل وكذا رقابة التنفيذ ورقابة الظروف المحيطة بالتنفيذ للحل الذى تم اختياره . ومن ذلك نجد أن عناصر اتخاذ القرار تتضمن وجود أكثر من بديل ، وتوفر معيار للاختيار من بين تلك البدائل مع ادراك الظروف البيئية التى يتم فيها اتخاذ القرار ، ثم قياس النتائج المتوقعة مع تحديد النموذج المستخدم لحساب العائد ، ثم تطبيق القرار عمليا مع التأكد من رصد الامكانات والموارد اللازمة لتنفيذة بحيث يمكن ذلك من خفض التكاليف وتحقيق أفضل العوائد .

ويوجد العديد من الادوات والنماذج الكمية التى تساعد فى اتخاذ القرارات فى مجال تخطيط ومراقبة الانتاج . ولكن المجال لا يتسع هنا لتناول جميع تلك الادوات ، لانها موضوع لكتاب آخر ، وانما الهدف من تناول بعض من تلك الادوات هو ايضاح

أ. هية تلك الادوات لاتخاذ القرارات في مجال تخطيط ومراقبة الانتاج بما يمكن من التغلب على العديد من المشكلات وتسهيل مهام التخطيط والرقابة بطريقة عملية تمكن من ربط النماذج العلمية الكمية بالتطبيق العملي ، ولا يخفى أهمية وضرورة ذلك من أجل تخفيض الهوة بين النظرية (النماذج العلمية) وبين التطبيق العملي لها بما يمكن من تحقيق الاهداف المرغوبة وليست المتاحة على أفضل وجه ممكن .

ان تخفيض الهوة بين النظرية (النماذج العلمية الكمية) والتطبيق يتأتى بالدرجة الاولى بعلاج الافتراضات النظرية لتلك النماذج الكمية والعمل على التغلب على تلك الافتراضات بحيث تتوافق تلك النماذج العلمية مع متطلبات الواقع والتطبيق العملي. وبحيث تمكن من المساهمة في مواجهة المشكلات التي تطرأ عند التطبيق العملي وايجاد الحلول العملية الفعالة والملائمة لها . أضف الى ذلك أن من الاهمية تلافي الأخطاء التي يمكن أن تحدث عند تطبيق تلك النماذج حتى يأتي التطبيق ملائما ومنا العلاج تلك المشكلات العملية التي تطرأ ، والجدير بالذكر هنا الاشارة الى دور وأهمية أساليب الحاسب الآلي في ذلك الخصوص . ولا يخفى أن النماذج العلمية الكمية ، لكي تمكن أيضا من تخفيض الهوة بين النظرية وبين التطبيق العملي ينبغي أن تمكن من الاستفادة المثلى من الفرص والبدائل والامكانات المادية والبشرية والتغلب على القيود التي تبدو عند اختيار البدائل و(أو) عند التطبيق العملي .

## استخدام النماذج في اتخاذ القرار

النموذج عبارة عن شكل هندسي أو تخطيط بياني أو معادلة رياضية تهدف الى تصور المشكلة أو الموضوع تحت الدراسة ،أو تلخيص الابعاد الجوهرية للموضوع أو المشكلة والعلاقات بين تلك الابعاد . ويعد استخدام النماذج مهما في اتخاذ

القرارات فهي تساعد على توضيح وتبسيط المشكلة وتحويل أبعادها الى أشياء أسهل فهما وتحليلا . وتساعد النماذج أيضا في امدادنا بالوسائل التي يمكن بواسطتها التنبوء بالنتائج قبل حدوثها . فعلى سبيل المثال ، يمكن استخدام النماذج في ترتيب أو اعادة ترتيب وسائل الانتاج الضخمة في مصنع ما بغرض تحقيق أقصى كفاءة انتاجية . ويتم ذلك من خلال عمل نماذج مصغرة للمعدات والآلات ودراسة سير العمليات الانتاجية من قبل الاداريين والمهندسين عن طريق تلك النماذج . كما أن التوصل الى الحلول العلمية لكثير من المشكلات الصناعية كتطوير طرق الانتاج أو القيام بالتنبوء لتحديد حجم الطلب على السلعة تستوجب خلق واستخدام نموذج أو نماذج معينة لهذا الغرض ( Hopeman, 1976 ).

ان تطوير نموذج أو نماذج معينة يجب أن يساعد في امكانية التحكم في المتغيرات المختلفة التي تؤثر على مشكلة معينة ، وذلك يتم من خلال ايضاح التأثيرات التي قد تحدث من اجراء تغيير بالمدخلات المختلفة لنموذج ما وأثر ذلك على المخرجات التي يمكن أن تتحقق . ومن هنا فان النموذج يمكن أن يساهم في ايضاح البدائل المختلفة التي يمكن الاختيار من بينها لحل مشكلة معينة بما يحقق أفضل نتائج ممكنة ( Hanika, 1972 ).

## أنـــواع النمـــاذج

<u>النماذج المادية</u>. وهي عبارة عن صور مصغرة عادة لانظمة حقيقية أو خيالية وتتضمن تلك الانواع من النماذج كافة النماذج التي يستخدمها المهندسون والنحاتون وغيرهم ومن أمثلتها نماذج الطائرات والسيارات والمشروعات والآلات وغيرها .

<u>النماذج البيانية</u>. هي عبارة عن تصوير للحقائق في صورة خرائط أو رسوم بيانية ، وتساعد تلك النماذج في دراسة التغيرات التي تطرأ على ظواهر معينة يراد دراستها . ومن أمثلة النماذج البيانية خرائط التنظيم ، وخرائط نقطة

الجداول ، وخرائط بيرت وجانت وخرائط تدفق العمليات وغيرها • ويوضح شكل ( ٤٠ ) التالي أحد النماذج البيانية لمشروع صناعي في صورة مبسطة توضح العلاقة بين العناصر المختلفة للنموذج والكيفية التي يتم بها التفاعل بين تلك العناصر حيث يوضح النموذج تدفق الموارد الى ومن العمليات في صورة مدخلات ومخرجات نهائية •

كما يوضح شكل ( ٤١ ) التالي نموذج لجزء تفصيلي من مشروع صناعي ، حيث يتضمن تفاصيل أكثر مما يجعله أقرب الى الواقع بالمقارنة بالشكل السابق •

<u>النماذج الرياضية</u>• هي عبارة عن تعبير عن الحقائق في صيغة قوانين أو معادلات رياضية • وتعتبر النماذج الرياضية أدق النماذج وأكثرها تطبيقا • ويمكن باستخدام النماذج الرياضية اخضاع أنظمة وعلاقات غاية في التعقيد للدراسة والتحليل • وهي أكثر أنواع النماذج تعقيدا وصعوبة في الفهم من جانب العقل البشري •

وسنتناول فيما يلي بعض أساليب ونماذج اتخاذ القرارات التي يمكن تطبيقها في تخطيط ورقابة الانتاج ، ومن تلك الأساليب والنماذج البرمجة الخطية والتخصيص واسلوب المراجعة وتقييم البرامج (بيرت) وخرائط دورة الوقت •

## البرمجة الخطية

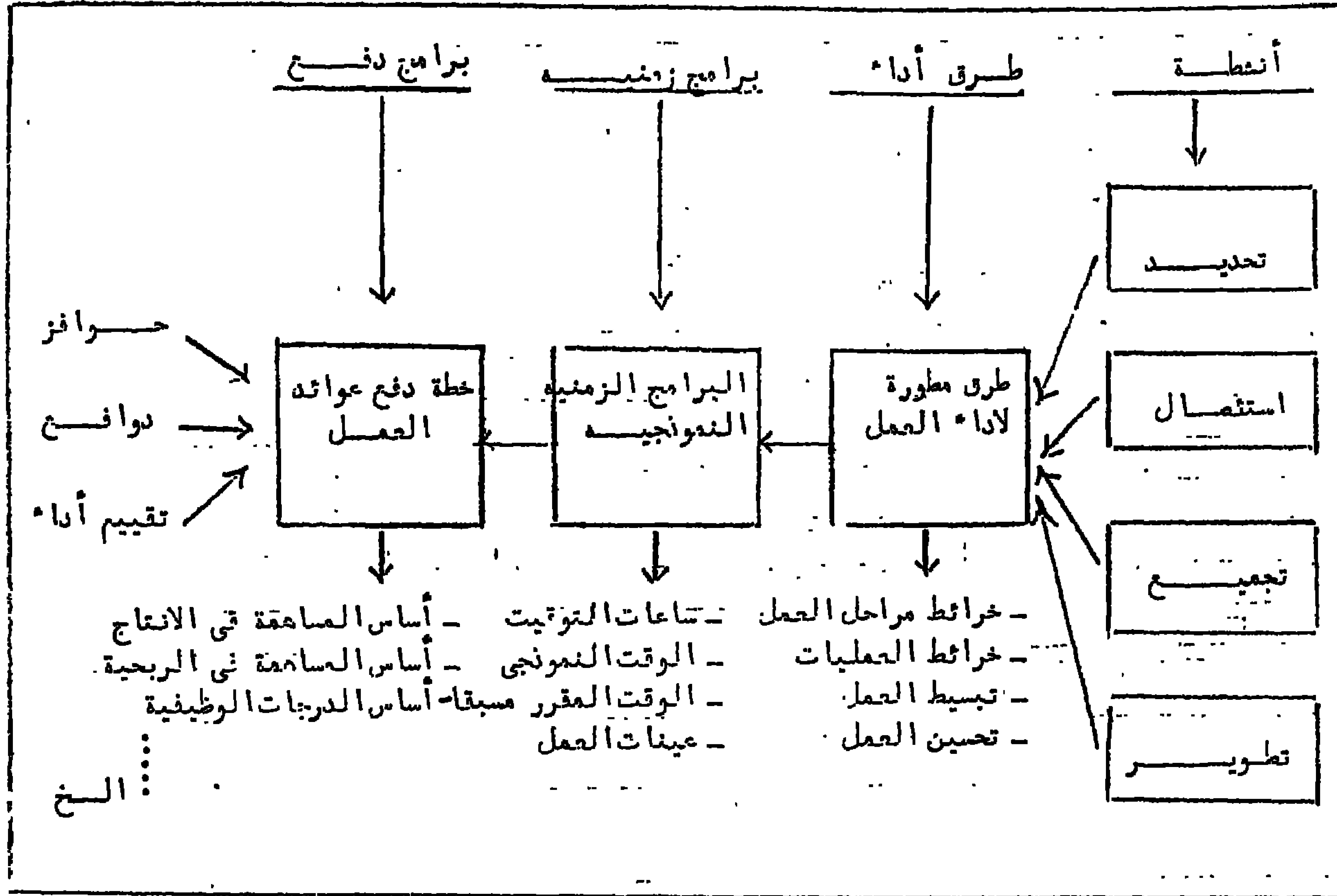
تعتبر البرمجة الخطية أداة على درجة كبيرة من الاهمية في تخطيط ورقابة الانتاج • والهدف منها توزيع الموارد المادية والبشرية المتاحة للمنشأة بين أفضل الاستعمالات المتنافسة بغرض تحقيق الاستخدام الامثل للموارد النادرة ، سواء كان هذا الاستخدام ينطوي على تحقيق أقل تكلفة ممكنة أو تحقيق الحد الأقصى من العوائد • ولذلك فان البرمجة الخطية من الادوات الضرورية وذات الفائدة لتخطيط

شكل (٤٠)

نموذج المشروع الصناعي

شكل رقم ( ٤١ )

نموذج جزئي لأدوات وأساليب تصميم العمل بمشروع صناعي



الانتاج بصفة خاصة ولادارة الانتاج بصفة عامة.

ان القرارات الادارية المتعلقة بتوزيع الموارد المادية والبشرية النادرة بين مختلف الاستثمارات المتنافسة فى المنشآت الصناعية وغير الصناعية تعتمد الى حد كبير على درجة صواب وحكمة الادارة فى اتخاذ مثل تلك القرارات. فالمنشآت سواء كانت صناعية أو غير صناعية تملك موارد (مال ، أفراد ، آلات ، ومواد ، وقت وطاقة انتاجية وخلافة) بقدر محدود وتعمل الادارة على تخصيص تلك الموارد على الاستخدمات العديدة لها بالشكل الذى يحقق أقصى عائد ممكن وأفضل استخدام . ونظرا لان تلك الموارد محدودة ، فلابد من أن توجد وسيلة ما لتحقيق أفضل استخدام لتلك الموارد من أجل تحقيق أهداف المنشأة. ان تلك الموارد المتاحة فى فترة زمنية معينه تمثل قيدا لابد من أخذه فى الحسبان عند اتخاذ القرار، وأيضا تمثل الاستخدامات العديدة للموارد المتاحة بدائل يمكن أن يتم الاختيار منها ، ومن أمثلة ذلك تخصيص المواد الخام المحدودة لانتاج أكثر من منتج ، أو تخصيص ساعات التشغيل للآلات لأكثر من منتج ، أو تخصيص الطاقة الانتاجية لاستخدامها لانتاج أكثر من منتج ، أو خلافه.

ولاستخدام البرمجة الخطية لحل المشكلات المختلفة يجب أن يتم الآتى :

(١) يجب تحديد الهدف من المشكلة بصورة واضحة ودقيقة سواء كان الهدف تعظيم الربحية ، أو خفض التكاليف باستخدام الموارد المحدودة المتاحة أو التوزيع الامثل لعوامل الانتاج المختلفة فى فترة زمنية معينة.

(٢) تحديد البدائل بحيث يمكن المفاضلة والاختيار من بينها .

(٣) تحديد الموارد البشرية والمادية موضوع البحث (وغالبا ما تكون نادرة ومحدودة نسبيا ).

(٤) التعبير عن المتغيرات، العوامل موضوع البحث فى صورة كمية.

(٥) يجب تحديد ما اذا كانت المتغيرات فى المشكلة متداخلة وذات علاقة خطية حتى يمكن استخدام البرمجة الخطية. أما اذا كانت العلاقات غير خطية فإنة يمكن استخدام أنواع أخرى من البرمجه كالبرمجة التربيعية والمتحركة.

وتستخدم البرمجة الخطية فى معالجة ووضع الحلول للمشكلات الآتية :

(١) تخطيط الانتاج ووضع برامج للانتاج فى ظل مختلف الظروف وخاصة فى ظل ظروف التقلبات الموسمية على السلع المنتجه بما يضمن تقليل تكلفة الانتاج مع الاخذ فى الاعتبار حجم الطلب المتوقع .

(٢) توزيع المواد الاولية ، ووسائل الانتاج ، والايدى العاملة المتوافرة ، بين العمليات الانتاجية بحيث يؤدى هذا التوزيع الى الاستخدام الأمثل لهذه الموارد .

(٣) اختيار المواقع المثلى للمراكز الانتاجية المتعددة فى نطاق الدولة بغرض تقليل التكاليف سواء كانت انتاجية أو غيرها من التكاليف الاخرى المرتبطة بالموقع ، وتحديد مستوى الانتاج لكل مركز انتاجى حسب تطورات الطلب على السلع فى الدولة .

(٤) توزيع السلع المنتجه من مراكز الانتاج أو التخزين الى مراكز التوزيع بصورة متوازنة وبأقل تكلفة ممكنة . ويتطلب ذلك تحقيق التوازن بين حجم الطلب على السلع فى مراكز التوزيع وبين حجم العرض فى المصنع أو فى اماكن التخزين .

## طريقة الخطوط البيانية

عند استخدام هذه الطريقة تتبع الخطوات الآتية :

(١) تحديد الهدف والتعبير عنه فى شكل معادلة .

(٢) تحديد القيود والتعبير عنها فى شكل متباينات .

(٣) استخدام الرسم البيانى لايجاد منطقة الانتاج الممكنه .

(٤) ايجاد الحل الامثل وهو الذى يحقق أقصى عائد ممكن أو أقل تكلفة ممكنة من خلال الرسم .

(٥) حل المعادلات عند نقط التقاطع لايجاد قيم المتغيرات والتعويض عنها فى معادلة الهدف .

ولتوضيح طريقة الخطوط البيانية نورد الأمثلة التالية :

مثال / ١ : تقوم منشأة لانتاج الأوانى المعدنية بانتاج نوعين من الأوانى ذات

الحجم الكبير والحجم الصغير • وبفرض وجود قسمين انتاجيين بالمنشأة، قسم الصنع ، وقسم التجميع ، وان بإمكان قسم الصنع انتاج كافة الاجزاء اللازمة لكلا النوعين من الأواني ، كما أن بإمكان قسم التجميع تجميع الاجزاء المختلفة لكلا النوعين على شكل سلع نهائية• هذا وتستغرق صناعة كافة الاجزاء للاناء الواحد من الحجم الكبير ٩ ساعات ، كما أن صناعة كافة الأجزاء للاناء الواحد صغير الحجم تستغرق ٥ ساعات • هذا في حين أن تجميع أجزاء الاناء سواء كان من الحجم الكبير أو الصغير تستغرق ساعتين • علما بأن الحد الاقصى لعدد الساعات المتوافرة لقسم الصنع هو ٤٥٠٠ ساعة في الشهر • كما أن الحد الاقصى لعدد الساعات المتوافرة لقسم التجميع هو ١٤٠٠ ساعة في الشهر • والمساهمة (السعر - التكلفة المتغيرة للوحدة) للاناء الواحد الكبير هي ٥ جنيه ، وللاناء الواحد الصغير هي ٣ جنيه• .

فما هو حجم الانتاج الشهري الامثل لكلا النوعين من الأواني لتحقيق الاستخدام الامثل لعناصر الانتاج وتحقيق أقصى العوائد الممكنة•

<u>الحل</u> : من أجل الحل بالطريقة البيانية للبرمجة الخطية نستخدم الرموز الاتية:

يرمز للاناء الكبير بالرمز ص
يرمز للاناء الصغير بالرمز س
يرمز لاجمالي المساهمة بالرمز ى

وبتجميع البيانات اللازمة للحل ، فان ذلك يتضح من الجدول (٤١ ) الاتي :

جدول (٤١ ) :

| القسم | ص | س | عدد الساعات المتوافرة |
|---|---|---|---|
| قسم الصنع | ٩ | ٥ | ٤٥٠٠ |
| قسم التجميع | ٢ | ٢ | ١٤٠٠ |
| المساهمة (للوحدة الواحدة) بالجنية | ٥ | ٣ | |

وباستخدام بيانات الجدول السابق تكون خطوات الحل كما يلى :

أولا: تحديد الهدف والتعبير عنه فى شكل معادلة :

تعظيم ى = ٥ ص + ٣ س (١)

ثانيا: تحديد القيود والتعبير عنها فى شكل متباينات :

تخضع ى للقيود الآتيــة :

٩ ص + ٥ س ≥ ٤٥٠٠ (٢)

٢ ص + ٢ س ≥ ١٤٠٠ (٣)

س ≤ صفر

ص ≤ صفر

ثالثا : استخدام الرسم البيانى لايجاد منطقة الانتاج الممكنة: فنجد أنه بامكان قسم الصنع اما انتاج الأوانى الكبيرة فقط ، وفى تلك الحالة تكون عدد الوحدات المنتجة ٤٥٠٠ / ٩ = ٥٠٠ وحدة . أو القيام بانتاج الأوانى الصغيرة فقط ولكون عدد الوحدات المنتجة ٤٥٠٠ / ٥ = ٩٠٠ وحدة.

وأيضا فانه بامكان قسم التجميع القيام بتجميع الأوانى الكبيرة فقط وتكون عدد الوحدات المجمعة ١٤٠٠ / ٢ = ٧٠٠ وحدة ، أو القيام بتجميع الأوانى الصغيرة وتكون عدد الوحدات المجمعة ١٤٠٠ / ٢ = ٧٠٠ وحدة. وذلك كما موضح بالشكل (٤٢) التالى :

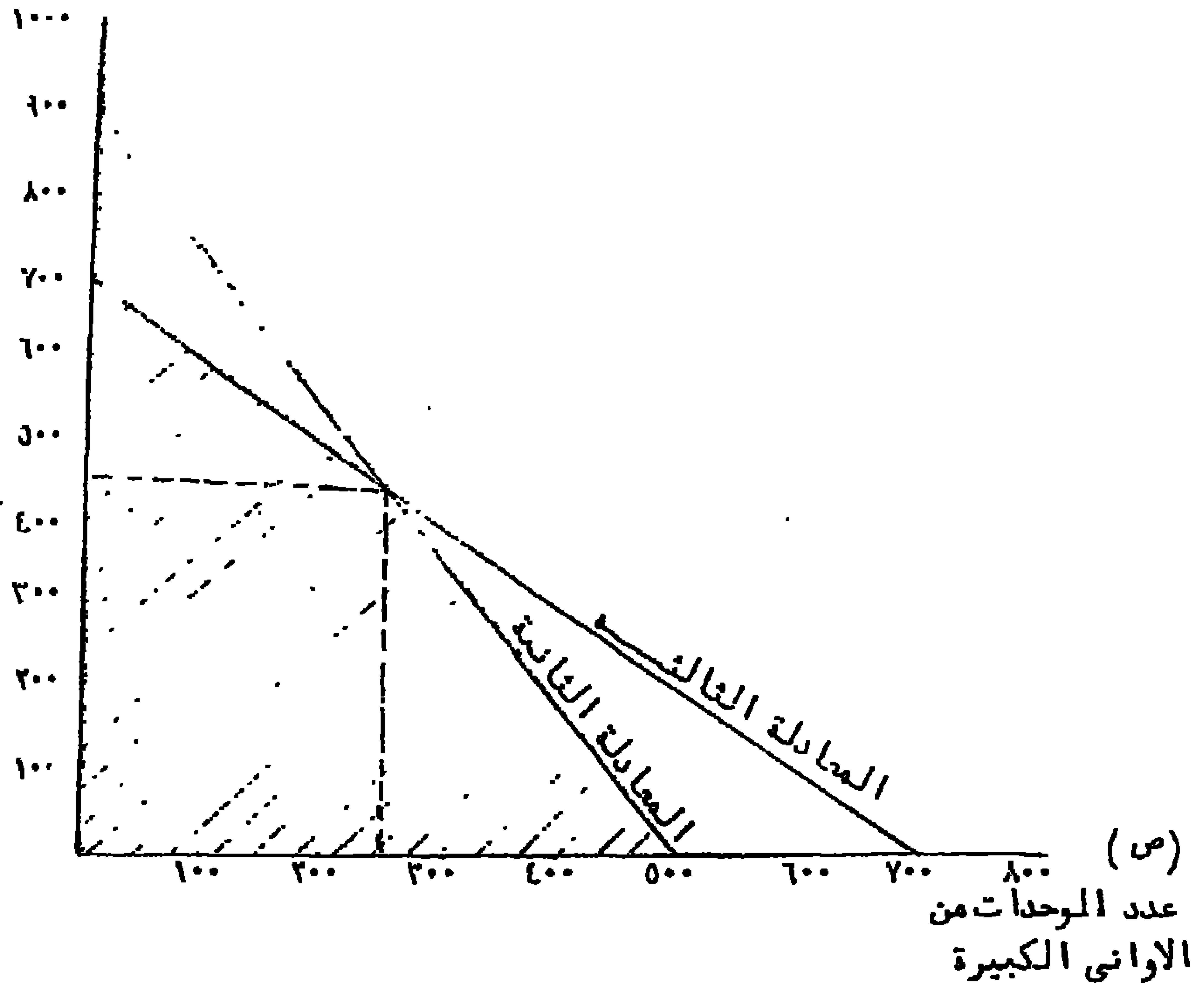
رابعا : ايجاد الحل الامثل من الشكل : ان نقطة تقاطع المستقيمين من الشكل هى النقطة التى سوف تحقق أقصى العوائد الممكنه وذلك بانتاج ٢٥٠ وحدة من الأوانى الكبيرة و ٤٥٠ وحدة من الأوانى الصغيرة ، وتكون اجمالى المساهمة كالاتى:

ى = ٥ ص + ٣ س = ٥ × ٢٥٠ + ٣ × ٤٥٠

= ١٢٥٠ + ١٣٥٠ = ٢٦٠٠ جنية

شـــــكل (٤٢ )

## طريقـة الخطـوط البيـانيـة




**خامسا :** حل المعادلات عند نقطة التقاطع لايجاد قيم المتغيرات والتعويض عنها

فى معادلة الهدف :

ى = ٥ ص + ٣ س (١)

وتخضع للقيـــود الآتيـــة :

٩ ص + ٥ س ≥ ٤٥٠٠ (٢)

٢ ص + ٢ س ≥ ١٤٠٠ (٣)

وبحل المعادلتين (٢) ، (٣)

٨ س + ٥ ص = ٤٥٠٠

٢ ص + ٣ س = ١٤٠٠

وبضرب المعادلة الثانية فى ٢ والمعادلة الثالثة فى ٥ وبطرح المعادلتين ينتج :

٢ ، = ٥٠٠ وحدة ∴ ص = ٢٥٠ وحدة

وبالتعويض فى المعادلة رقم (٢) ينتج أن س = ٤٥٠ وحدة

∴ ى = ٥ × ٢٥٠ + ٣ × ٤٥٠ = ٢٦٠٠ جنية

مثال/ ٢ : مصنع لانتاج الاجهزة الكهربائية يقوم بانتاج نوعين من السلع ص ، س . وهناك ثلاثة أقسام للانتاج هى قسم الصنع ، وقسم لانتاج الاجزاء الاخرى ، وقسم ثالث للتجميع . ويوضح الجدول التالى عدد الساعات اللازمة لانتاج كافة الاجزاء والطاقة الانتاجية الشهرية لكل قسم والمساهمة من بين السلعتين :

| القسم | ص | س | الطاقة المتاحة |
|---|---|---|---|
| الصنع | ٥ | ٥ | ٢٥٠ |
| الاجزاء الاخرى | ٣ | ٩ | ٢٧٠ |
| التجميع | ٤ | ٧ | ٢٨٠ |
| المساهمة | ٣٠٠ | ٢٠٠ جنية | |

والمطلوب: تحديد الحجم الواجب انتاجة من السلعتين بحيث يؤدى هذا الانتاج الى تحقيق أقصى العوائد الممكنة للمصنع ، باستخدام طريقة الخطوط البيانية للبرمجة الخطية.

الحل :-

أولا : تحديد الهدف والتعبير عنه فى شكل معادلة :

تعظيم ى = ٣٠٠ ص + ٢٠٠ س (١)

ثانيا : تحديد القيود والتعبير عنها فى شكل متباينات .

تخضع ى للقيـــود الآتيـــــة :

٥ ص + ٥ س ≥ ٢٥٠ (٢)

٣ ص + ٩ س ≥ ٢٧٠ (٣)

٤ ص + ٧ س ≥ ٢٨٠ (٤)

ص ≥ صفر س ≥ صفـــر

**ثالثـــا :** استخدام الرسم البيانى لايجاد منطقة الانتاج الممكنة : فلو فرض أن قسم الصنع قام بصنع السلعة ص فقط ، ففى تلك الحالة فانه بامكان القسم انتاج ٢٥٠ / ٥ = ٥٠ وحدة ، أما اذا قام بانتاج السلعة س فقط ، فانه سوف ينتـــج ٢٥٠ / ٥ = ٥٠ وحدة ، وأيضا بالنسبة لباقى الاقسام يتبع نفس الطريقة والناتج موضح فى الجدول (٤٢ ) التالى :

جـــــــدول ( ٤٢ )

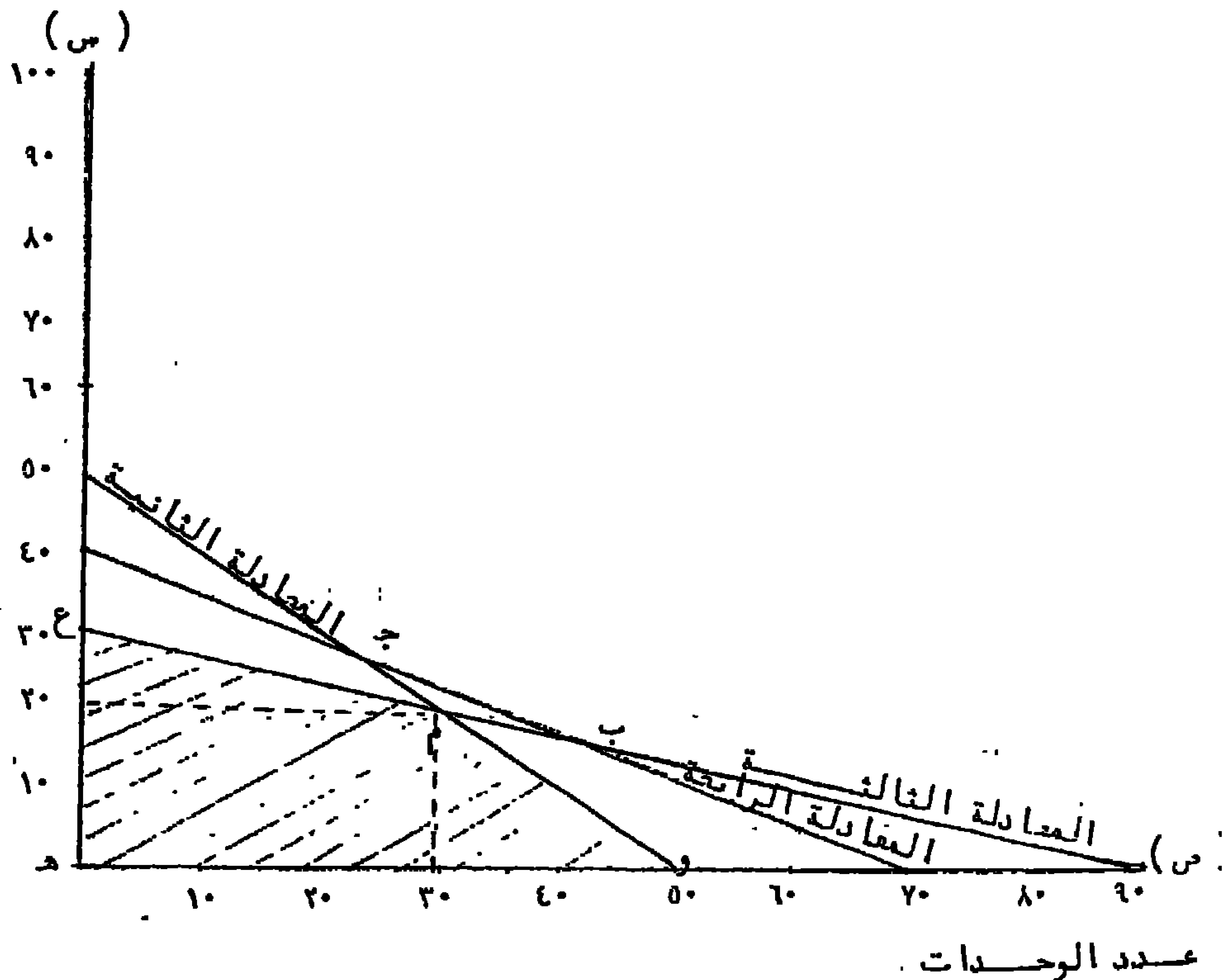
| القســـم | عدد الساعات المتاحة | عدد الوحدات المنتجة ص | س |
|---|---|---|---|
| المنتـــــج | ٢٥٠ | ٥٠ | صفـر |
| | | صفـر | ٥٠ |
| الاجزاء الاخـرى | ٢٧٠ | ٩٠ | صفـر |
| | | صفـر | ٣٠ |
| التجميـــع | ٢٨٠ | ٧٠ | صفـر |
| | | صفـر | ٤٠ |

**رابعـــا :** ايجاد الحل الامثل من الشكل : من الشكل ( ٤٣ ) نجد أن منطقة الامكانات المتاحة وهى هـ و م ع ، ويوجد ثلاث نقط للتقاطع المستقيمات وهم م ، ب ، جـ . ولكن كلا من النقطتين ب ، جـ تقع خارج منطقة الامكانيات المتاحة ولذلك فان نقطة م هى النقطة المثلى . وبالتعويض فى معادلة الهدف عن قيمة ص = ٣٠ ، س = ٢٠ ينتج أن

ى = ٣٠٠ (٣٠) + ٢٠٠ (٢٠) = ٩٠٠٠ + ٤٠٠٠ = ١٣٠٠٠ جنيــــة

شـــــــكل (٤٣)

طـــريـقـــة الـخطـــوط البيانيـــــة




خامساً : حل المعادلات عند نقطة التقاطع : نجد أن نقطة م تمثل تقاطـــع المستقيمان الممثلان للمعادلتان ٢ ، ٣ .

٥ ص + ٥ س = ٢٥٠ (٢)

٣ ص + ٩ س = ٢٧٠ (٣)

وبضرب المعادلة (٢) فى ٣ والمعادلة رقم (٣) فى ٥ ينتج أن

١٥ ص + ١٥ س = ٧٥٠ ، ١٥ ص + ٤٥ س = ١٣٥٠ . وبالطرح ينتج أن

٣٠ س = ٦٠٠ ∴ س = ٢٠ وحـــدة . وبالتعويض فى المعادلة رقم (٢) عن

قيمة س ينتج أن : ٥ ص + ٥ ( ٢٠ ) = ٢٥٠

∴ ٥ ص = ١٥٠ ∴ ص = ٣٠ وحـــدة

∴ ى = ٣٠٠ x ٣٠ + ٢٠٠ x ٢٠ = ١٣٠٠٠ جنية

مثـــال / ٣ : بفرض توافر المعلومات التاليـــه :

| القســـم | عدد الساعات اللازمة لانتاج السلع ص | س | أقصى طاقة انتاجية متاحة |
|---|---|---|---|
| أ | ١٠ | ١٢٫٥ | ٧٥٫٠٠٠ |
| ب | ٥ | ٢٫٥ | ٢٥٫٠٠٠ |
| جـ | ٣ | ٢٫٥ | ١٨٫٠٠٠ |
| د | ٤ | — | ١٦٫٠٠٠ |
| هـ | — | ٢٫٠٠ | ١٠٫٠٠٠ |
| المساهمة | ٥٠ | ٤٠ جنية | |

والمطلوب : تحديد حجم الانتاج الامثل لصناعة السلعتين ص ، س فى ضوء الطاقــة الانتاجية المتوفرة مستخدما طريقة الخطوط البيانية للبرمجة الخطية.

الحـــــل :-

أولا : تحديد الهدف والتعبير عنه فى شكل معادلة :

تعظيم ى = ٥٠ ص + ٤٠ س (١)

ثانيـــا : تحديد القيود والتعبير عنها فى شكل متباينات :

تخضع ى للقيـــود الآتيـــة :

١٠ ص + ١٢٫٥ س ≯ ٧٥٫٠٠٠ (٢)

٥ ص + ٢٫٥ س ≯ ٢٥٫٠٠٠ (٣)

٣ ص + ٢٫٥ س ≯ ١٨٫٠٠٠ (٤)

٤ ص ≯ ١٦٫٠٠٠ (٥)

٢ س ≯ ١٠٫٠٠٠ (٦)

ص ≥ صفر ، س ≥ صفر

**ثالثا :** استخدام الرسم البيانى لايجاد منطقة الانتاج الممكنة ، ومن المثال يمكن عمل الجدول ( ٤٢ ) الآتى :

جدول ( ٤٢ )

| القسم | عدد الساعات المتوفرة | عدد الوحدات المنتجة ص | س |
|---|---|---|---|
| أ | ٧٥ر٠٠٠ | صفر | ٦٠٠٠ |
| | | ٧٥٠٠ | صفر |
| ب | ٢٥ر٠٠٠ | صفر | ١٠ر٠٠٠ |
| | | ٥٠٠٠ | صفر |
| جـ | ١٨ر٠٠٠ | صفر | ٧ر٢٠٠ |
| | | ٦٠٠٠ | صفر |
| د | ١٦ر٠٠٠ | ٤٠٠٠ | صفر |
| هـ | ١٠ر٠٠٠ | صفر | ٥٠٠٠ |

**رابعا :** ايجاد الحل الامثل من الشكل التالى ، ويتضح من الشكل ( ٤٤ ) أنه يوجد ٤ نقط وهم أ ، ب ، جـ ، د . عند النقطة أ ص = ٤٠٠٠ وحدة ، س = ٢٠٠٠ وحدة

∴ ى = ٥٠ × ٤٠٠٠ + ٤٠ × ٢٠٠٠ = ٢٨٠ر٠٠٠ جنية

عند النقطة ب ص = ٣٥٠٠ وحدة ، س = ٣٠٠٠ وحدة

∴ ى = ٥٠ + ٣٥٠٠ + ٤٠ × ٣٠٠٠ = ٢٩٥ر٠٠٠ جنية

عند النقطة جـ ص = ٣٠٠٠ وحدة ، س = ٣٦٠٠ وحدة

∴ ى = ٥٠ × ٣٠٠٠ + ٤٠ × ٣٦٠٠ = ٢٩٤ر٠٠٠ جنية

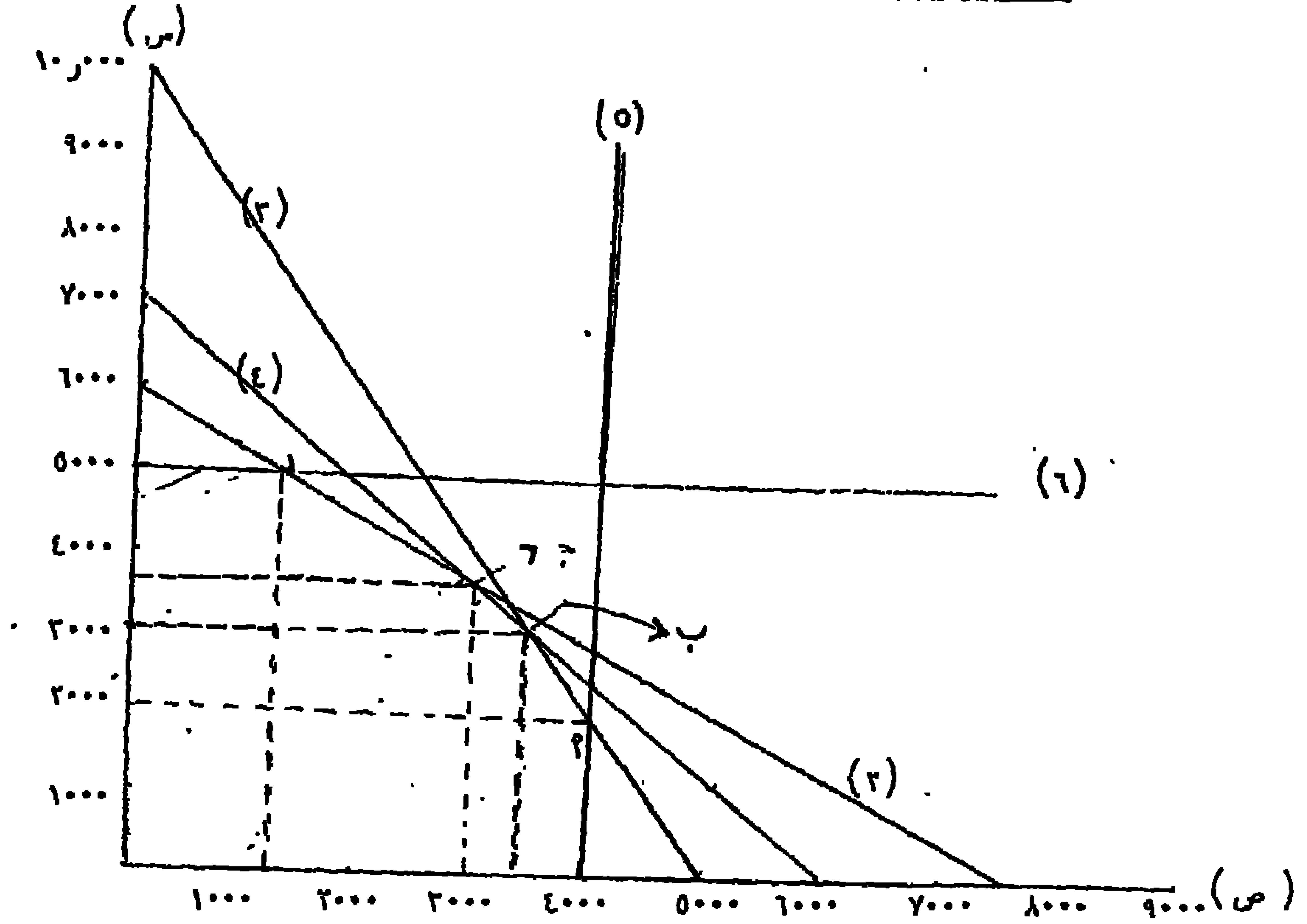
عند النقطة د ص = ١٢٥٠ وحدة ، س = ٥٠٠٠ وحدة

∴ ى = ٥٠ × ١٢٥٠ + ٤٠ × ٥٠٠٠ = ٢٦٢ر٥٠٠ جنية

ومن ذلك نجد أن النقطة المثلى هى النقطة ب ، وعدد الوحدات هى ص = ٣٥٠٠ وحدة ، س = ٣٠٠٠ وحدة ، ى = ٢٩٥ر٠٠٠ جنية .

## شـــكل (٤٤)

## طـريقـة الخطـوط البيانيـة




خامسا: حل المعادلات عند نقط التقاطع :

النقطـة أ هى تقاطع المستقيم (٥) ، والمستقيم (٣)

٤ ص = ١٦٠٠٠ (٥)     ٥ ص + ٢ر٥ س = ٢٥ر٠٠٠ (٣)

∴ ص = ٤٠٠٠ وبالتعويض عن قيمة ص = ٤٠٠٠ فى المعادلة (٣) ينتج أن

٢ر٥ س = ٢٥ر٠٠٠ ـ ٥ × ٤٠٠٠     ∴ س = ٢٠٠٠ وحدة

∴ ى = ٥٠ × ٤٠٠٠ + ٤٠ × ٢٠٠٠ = ٢٨٠ر٠٠٠ جنية

النقطـة ب هى عبارة عن تقاطع المستقيم (٣) ، والمستقيم (٤)

٥ ص + ٢ر٥ س = ٢٥ر٠٠٠ (٣)

٣ ص + ٢ر٥ س = ١٨ر٠٠٠ (٤) بالطرح

٢ ص = ٧٠٠٠ ∴ ص = ٣٥٠٠ وبالتعويض ينتج أن

س = ٣٠٠٠ وحدة

∴ ى = ٥٠ × ٣٥٠٠ + ٤٠ × ٣٠٠٠ = ٢٩٥ر٠٠٠ جنية

النقطــــة جـ هى عبارة عن تقاطع المستقيم (٢) ، والمستقيم (٤)

١٠ ص + ١٢ر٥ س = ٧٥ر٠٠٠ (٢)

٣ ص + ٢ر٥ س = ١٨ر٠٠٠ (٤) بضرب المعادلة (٤)× ٥

١٥ص + ١٢ر٥ س = ٩٠ر٠٠٠ بالطرح ينتج أن

٥ ص = ١٥٠٠٠ ∴ ص = ٣٠٠٠ وبالتعويض فى احدى المعادلتين عن قيمة ص ينتج أن :

١٢ر٥ س = ٧٥ر٠٠٠ − ٣٠ر٠٠٠

∴ س = ٤٥ر٠٠٠ / ١٢ر٥ = ٣٦٠٠ وحدة

∴ ى = ٥٠ × ٣٠٠٠ + ٤٠ × ٣٦٠٠ = ٢٩٤ر٠٠٠ جنية

النقطــــة د عبارة عن تقاطع المستقيم (٢) ، والمستقيم (٦)

١٠ ص + ١٢ر٥ س = ٧٥ر٠٠٠ (٢)

٢ س = ١٠ر٠٠٠ (٦)

∴ س = ٥٠٠٠ ، ص = ١٢٥٠

∴ ى = ٥٠ × ١٢٥٠ + ٤٠ × ٥٠٠٠ = ٢٦٢ر٥٠٠ جنية

∴ نقطــــة ب هى النقطة المثلى ، ى = ٢٩٥ر٠٠٠ جنية

ومن الجدير بالذكر ملاحظة أنه يمكن تحديد النقطة المثلى داخل المساحــــة المظللــة (منطقة الامكانات المتاحة) وذلك عن طريق توقيع عدة قيم لـ ى فى معادلة الهدف ورسمها (وسوف تكون المستقيمات متوازية نظرا لتساوى المعامل والميل فى معادلة الهدف) بحيث تتحرك بعيدا عن نقطة الاصل وفى منطقة الامكانات المتاحة حتى يتم الحصول على أعلى قيمة لـ ى .

# اسلوب التخصيص

يعتبر اسلوب التخصيص من أبسط الأساليب المستخدمة في توزيع الامكانات المتاحة على أفضل الاستخدامات المتاحة • وعلى الرغم من سهولة وبساطة هذا الاسلوب فهو يعتبر أداة رياضية على درجة من الأهمية وخصوصا اذا كان عدد الوسائل المتاحة عدد قليل ، أما في حالة زيادة عدد الوسائل فيتم استخدام الكمبيوتر في الوصول الى الحل الامثل •

وعند استخدام اسلوب النقل في تخصيص الاعمال للآلات فانه يفترض امكان تقسيم العمل بين الآلات• وعادة ما تكون تكلفة الاعداد من أجل تقسيم العمل بين الآلات مرتفعة• ونواجه نفس المشكلة حينما نقوم بتخصيص الاعمال للأفراد ذوى القدرات المتفاوتة، فقد يكون بعض الافراد صالحين لاداء عمل ما وليس لباقى الاعمال • ولذا فان اسلوب التخصيص قد يعتبر غير مفيد فى تلك الحالة• وتتطلب طريقة التخصيص مصفوفة مربعة ، وذلك بوجود عدد متساوى من الاعمال والآلات• فلو كان عدد الاعمال مختلف عن عدد الآلات لزم الامر اضافة خانا وهمية تمثل إما الاعمال أو الآلات (Moore & Jablonski, 1969 )•

ومن المشكلات التى يمكن معالجتها باستخدام اسلوب التخصيص مشكلة توزيع وظائف معينة بين وسائل انجاز تلك الوظائف ، سواء كانت تلك الوسائل تتمثل فى امكانيات انسانية كما فى حالة الايدى العاملة أو فى امكانيات مادية كما فى حالة وسائل النقل والآلات ، مع ملاحظة أن الوظائف قد تختلف من حيث طبيعة الوقت اللازم لانجازها بواسطة الوسائل المختلفة • ومن أمثلة المشكلات التى تستخدم اسلوب التخصيص فى معالجتها الآتى :

(١) تخصيص عدد من وسائل الانتاج للقيام بأداء عدد معين من العمليات الانتاجية كصناعة أجزاء السلع أو صناعة السلع التامة•

(٢) تخصيص وظائف ذات طبيعة معينة لعدد من العمال أو الموظفين ·

(٣) تخصيص وسائل النقل للقيام بنقل السلع التامة أو المواد الخام من أماكن معينة (كالمخازن مثلا ) الى أماكن أخرى ·

ان اسلوب التخصيص قد يستخدم بغرض تحقيق أقل تكلفة ممكنة أو تحقيق أقصى العوائد من استخدام الموارد المتاحة لدى المنشأة ، ولتوضيح كيفية تطبيق هذا الاسلوب نورد المثال التالى :

**مثال :** مصنع لانتاج الصناعات الزجاجية يقوم بانتاج ثلاثة أنواع من الاكواب تختلف من حيث المواصفات ، وهذه الأكواب تتضمن الأنواع التالية : (١) أكواب كبيرة الحجم (سلعة ا ) ، (٢) أكواب متوسطة الحجم (سلعة ب ) ، وأكواب صغيرة الحجم (سلعة ج)، ويمتلك المصنع ثلاث آلات ذات أعمال وطاقات انتاجية مختلفة وجميعها قادرة على انتاج تلك الانواع المشار اليها · ان الوقت اللازم لكل ماكنة لانتاج تلك الانواع موضح كالاتى فى هذا الجدول ·

| السلع / رقم الالة | ا | ب | ج |
|---|---|---|---|
| ١ | ١٤ | ٩ | ١٣ |
| ٢ | ١١ | ٨ | ١٠ |
| ٣ | ١٠ | ٧ | ١١ |

**والمطلوب :** تخصيص الآلات لانتاج السلع المختلفة على أن يحقق هذا التخصيص أقل تكلفة ممكنة ·

**الحل :** يمكن حل هذه المسألة بستة طرق مختلفة باستخدام الاحتمالات كالاتى :

**الاحتمال الاول :** آلة رقم ١ يتم تخصيصها لانتاج سلعة ا ويستعمل الرمز ١ ا لهذه العملية ·

الة رقم ٢ يتم تخصيصها لانتاج سلعة ب ويستعمل الرمز ٢ ب لهذة العملية·

الة رقم ٣ يتم تخصيصها لانتاج سلعة ج ويستعمل الرمز ٣ ج لهذه العملية·

٠٥ الاحتمال الاول ١ أ ، ٢ ب ، ٣ جـ ومجموع الوقت اللازم لهذا التخصيص هـو :

١٤ + ٨ + ١١ = ٣٣ دقيقة

الاحتمال الثاني : ١ أ ، ٢ جـ ، ٣ ب ومجموع الوقت اللازم لهـذا

التخصيص هـو : ١٤ + ١٠ + ٧ = ٣١ دقيقة

الاحتمال الثالث : ٢ أ ، ١ ب ، ٣ جـ

١١ + ٩ + ١١ = ٣١ دقيقة

الاحتمال الرابع : ٢ أ ، ٣ ب ، ١ جـ

١١ + ٧ + ١٣ = ٣١ دقيقة

الاحتمال الخامس : ٣ أ ، ٢ ب ، ١ جـ

١٠ + ٨ + ١٣ = ٣١ دقيقة

الاحتمال السادس : ٣ أ ، ١ ب ، ٢ جـ

١٠ + ٩ + ١٠ = ٢٩ دقيقة

ونجد أن الاحتمال السادس يأخذ أقل وقت لعملية الانتاج ولذلك فهو الاحتمال الامثل ٠ ولكن نلاحظ أن هذه الطريقة تأخذ وقتا كبيرا وخصوصا اذا زادت عدد الوسائل عن ثلاث ٠ فاذا كانت الوسائل ست وسائل مثلا فان احتمالات استخدام تلك الوسائل لانتاج ست سلع يكون ٧٢٠ احتمالا (أى مفكوك العدد ٦ = ٦ × ٥ × ٤ × ٣ × ٢ × ١ = ٧٢٠ ) ، وهذا يعتبر من الصعب أو من المستحيل عمله اذا زادت الارقام عن ذلك ٠ ولذلك فاننا يجب أن نشير الى أن استخدام طريقة التخصيص تمكن من المساهمة فى ايجاد حل لهذا النوع من المشكلات دون أن يتطلب ذلك وقتا كبيرا ٠

الحل باستخدام اسلوب التخصيص : ويتم اتباع الخطوات التالية :

(١) يتم طرح أصغر رقم من كافة الصفوف ٠ وتعتبر الارقام ٩ ، ٨ ، ٧ أصغر الأرقام فى الصفوف ، ويتم التوصل الى الجدول التالى بعد الطرح :-

| رقم الآلة / السلع | أ | ب | جـ |
|---|---|---|---|
| ١ | ٥ | صفر | ٤ |
| ٢ | ٣ | صفر | ٢ |
| ٣ | ٣ | صفر | ٤ |

(٢) يتم طرح أصغر رقم من كافة الاعمدة. وتعتبر الأرقام ٣ ، صفر ، ٢ أصغر الارقام في الاعمدة. ومن نتيجة الطرح يتم التوصل الى الجدول التالي :-

| رقم الآلة / السلع | أ | ب | جـ |
|---|---|---|---|
| ١ | ٢ | صفر | ٢ |
| ٢ | صفر | صفر | صفر |
| ٣ | صفر | صفر | ٢ |

من الجدول نجد أن الآلة رقم ١ سوف تخصص لانتاج السلعة ب ، والآلة ٣ سوف تخصص لانتاج السلعة أ ، والآلة رقم ٢ سوف تخصص لانتاج السلعة جـ . ويكون مجموع الدقائق كالآتي : ٩ + ١٠ + ١٠ = ٢٩ دقيقة

وهي نفس النتيجة السابقة باستخدام الاحتمالات المختلفة. ومن الجدير بالذكر أنه اذا تم طرح أصغر رقم من كافة الاعمدة ثم بعد ذلك يتم طرح أصغر رقم من كافة الصفوف فان الجدول الثاني سوف يعطينا نفس الحل واذا لم يعطينا الحل الامثل فاننا نحتاج الى بعض الخطوات الاضافية والتي سوف تشرح فيما بعد .

مثـال/ مصنع لانتاج الملابس الحريرية ، لديه مجموعة من الوظائف يرغب في توزيعها على أربعة موظفين ٠ ان المبالغ التى يطالب بها الموظفين لاداء الاعمال المختلفة موضحة فى الجدول التالى :

والمطلوب: تخصيص هـذه الاعمال على الموظفين المذكورين بغرض تحقيق أقل التكاليف٠

| الوظائف / الموظفين | أ | ب | جـ | د |
|---|---|---|---|---|
| ١ | ١١ | ٩ | ١٢ | ١٣ |
| ٢ | ٩ | ١٠ | ١٣ | ١١ |
| ٣ | ٧ | ٧ | ٨ | ٩ |
| ٤ | ١٠ | ١٢ | ١١ | ١٠ |

الحـل :

باستخدام نفس الخطوات السابقة نحصل على الجداول التالية :

(١) طـرح أصغر رقم من كل صـف ٠

| الوظائف / الموظفين | أ | ب | جـ | د |
|---|---|---|---|---|
| ١ | ٢ | صفر | ٣ | ٤ |
| ٢ | صفر | ١ | ٤ | ٢ |
| ٣ | صفر | صفر | ١ | ٢ |
| ٤ | صفر | ٢ | ١ | صفر |

(٢) طرح أصغر رقم من كل عمـــود ٠

| الوظائف / الموظفين | م | ب | جـ | د |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ١ | ٢ | صفـــر | ٢ | ٤ |
| ٢ | صفـــر | ١٠ | ٣ | ٢ |
| ٣ | صفـــر | صفـــر | صفـــر | ٢ |
| ٤ | صفـــر | ٢ | صفـــر | صفـــر |

ويكون التخصيص كالآتي :

١ ب ، ٢ م ، ٣ جـ ، ٤ د

ومجموع التكاليف = ٩ + ٩ + ٨ + ١٠ = ٣٦ جنيهة ٠

<u>التأكد من صحة الحل :</u> للتأكد من صحة الحل يجب أن تكون كافة الأصفار الموجودة في الصفوف والأعمدة قابلة للتغطية بعدد من الخطوط المستقيمة مساوى لعدد الوظائف (كما في المثال السابق ، حيث نجد أن عدد المستقيمات التى تغطى جميع الأصفـــار تساوى أربعة مستقيمات ، وحيث أن هذه المستقيمات تساوى عدد الوظائف فان ذلـــك الجدول يعتبر هو الجدول الأمثل ) ٠ أما اذا كان عدد المستقيمات أقل من عـــــدد الوظائف ، ولتكن ثلاثة مستقيمات مثلا ، فان ذلك الجدول لا يعتبر هو الجدول الأمثل وفى هذه الحالة يتم اتخاذ خطوات اضافية للوصول الى الجدول الأمثل ٠ ولايضاح ذلك نورد المثال التالي :

<u>مثـــال /</u> يوجد خمس آلات لدى احدى المصانع وتوجد أيضا خمس سلع ( م ، ب ، جـ د ، هـ ) ، وتلك الالات ذات طاقة انتاجية مختلفة وقادرة على انتاج هذه السلـــع وأن تكاليف كل آلة موضحة فى ذلك الجدول ٠

**والمطلوب :** تخصيص الآلات لانتاج السلع المختلفة على أن يحقق التخصيص أقل التكاليف الممكنه •

| الآلة / السلع | أ | ب | ج | د | هـ |
|---|---|---|---|---|---|
| ١ | ٢٣٠ | ٢٤٠ | ٢٦٥ | ٢٨٠ | ٢٩٠ |
| ٢ | ١٢٠ | ١٤٠ | ١٥٠ | ١٧٥ | ١٨٠ |
| ٣ | ٩٥ | ١٠٠ | ١٣٠ | ١٣٠ | ١٢٠ |
| ٤ | ٧٠ | ٩٠ | ١١٠ | ٨٥ | ٩٠ |
| ٥ | ٦٠ | ٥٥ | ٧٠ | ٦٥ | ٤٥ |

**الحـــل :**

نتبع نفس الخطوات السابقة •

| الآلة / السلع | أ | ب | ج | د | هـ |
|---|---|---|---|---|---|
| ١ | صفر | ١٠ | ٣٥ | ٥٠ | ٦٠ |
| ٢ | صفر | ٢٠ | ٣٠ | ٥٥ | ٦٠ |
| ٣ | صفر | ٥ | ٣٥ | ٢٥ | ٣٥ |
| ٤ | صفر | ٣٠ | ٤٠ | ١٥ | ٣٠ |
| ٥ | ٥ | صفر | ١٥ | ٤٠ | ١٠ |

| الآلة / السلع | أ | ب | ج | د | . |
|---|---|---|---|---|---|
| ١ | صفر | ١٠ | ٣٠ | ٣٥ | ٥٠ |
| ٢ | صفر | ٢٠ | ١٥ | ٤٠ | ٥٠ |
| ٣ | صفر | ٥ | ٣٠ | ١٠ | ١٥ |
| ٤ | صفر | ٢٠ | ٢٥ | صفر | ١٠ |
| ٥ | ٥ | صفر | صفر | ٢٥ | صفر |

نجد أن أقل عدد من الخطوط المستقيمة التى تغطى جميع الاصفار تساوى ٣ ، وهذا هو أقل من عدد الوسائل وهى ٥ ، ولذلك نقوم بالاتى :يتم اختيار أقل رقم من الارقام غير المغطاه بخط ويضاف الى كل تقاطع خطين مع بعض ويطرح من جميع الارقام غير المغطاه كالاتى : الرقم ٥ يطرح من جميع الارقام غير المغطاه ويضاف الى نقطة تقاطع كل خطين •

وبعد ذلك نجد أنه يوجد أربعة مستقيمات لتغطية جميع الاصفار وبالتالي يجب اتباع نفس الخطوات السابقة كالاتي :

| الآلة / السلع | ا | ب | ج | د | هـ |
|---|---|---|---|---|---|
| ١ | صفر | ٥ | ١٥ | ٣٠ | ٤٥ |
| ٢ | صفر | ١٥ | ١٠ | ٣٥ | ٤٥ |
| ٣ | صفر | صفر | ١٥ | ٥ | ١٠ |
| ٤ | ٥ | ٢٠ | ٢٥ | صفر | ١٠ |
| ٥ | ١٠ | صفر | صفر | ٢٥ | صفر |

بنفس الطريقة نجد أنه يوجد . أربعة مستقيمات لتغطية جميع الاصفار وبالتالي يجب اتباع نفس الخطوات كما هو موضح في هذا الجدول .

| الآلة / السلع | ا | ب | ج | د | هـ |
|---|---|---|---|---|---|
| ١ | صفر | صفر | ١٠ | ٢٥ | ٤٠ |
| ٢ | صفر | ١٠ | ٥ | ٣٠ | ٤٠ |
| ٣ | ٥ | صفر | ١٥ | ٥ | ١٠ |
| ٤ | [illegible] | [illegible] | ٢٥ | صفر | ١٠ |
| ٥ | ١٥ | صفر | صفر | ٢٥ | صفر |

وفي هذا الجدول نجد أنه يوجد خمس مستقيمات لتغطية جميع الاصفار. وينتهي الحل عند هذا الحد نظرا لتساوي عدد المستقيمات مع عدد الوسائل وبالتالي يعتبر هذا هو الجدول النهائي ويتم التخصيص كالاتي :

| الآلة / السلع | ا | ب | ج | د | هـ |
|---|---|---|---|---|---|
| ١ | صفر | صفر | ٥ | ٢٠ | ٣٥ |
| ٢ | صفر | ١٠ | صفر | ٢٥ | ٣٥ |
| ٣ | ٥ | صفر | ١٠ | صفر | ٥ |
| ٤ | ١٥ | ٢٥ | ٢٥ | صفر | ١٠ |
| ٥ | ٢٠ | ٥ | صفر | ٢٥ | صفر |

| | | التكاليف |
|---|---|---|
| الآلـة رقم (١) الى السلعة | أ | ٣٣٠ |
| الآلـة رقم (٢) الى السلعة | ج | ١٥٠ |
| الآلـة رقم (٣) الى السلعة | ب | ١٠٠ |
| الآلـة رقم (٤) الى السلعة | د | ٨٥ |
| الآلـة رقم (٥) الى السلعة | هـ | ٦٥ |
| | | ٦٣٠ |

## مصفوفة العوائد

فى حالة ما اذا كان الغرض من المشكلة هو الحصول على تعظيم للأرباح فانة يتم استخدام اسلوب التخصيص أيضا • ويتم اتباع نفس الخطوات السابقة بعد تحويل المصفوفة الى مصفوفة سالبة• ويمكن أيضا الحل وذلك بالقيام بطرح كل رقم من أرقام المصفوفة من أكبر رقم بها ، ثم نقوم بطرح أقل رقم من كل عمود ( Starr, 1972 )• وللتوضيح نورد المثال التالى :

مثـال/ اوجد أكبر عائد ممكن بواسطة تخصيص المواد الاولية للسلع المنتجة.

| السلع / المواد | أ | ب | ج |
|---|---|---|---|
| ١ | ٥ | ٤ | ١٠ |
| ٢ | ٦ | ٢ | ٩ |
| ٣ | ٣ | ٧ | ٥ |

والمطلوب : تخصيص المواد للسلع لتحقيق أكبر عائد ممكن •

الحـــل : يتم طرح الجدول كله من أكبر رقم وهو الرقم (١٠) ثم يتم طـــرح أقل عدد من كل عمود تجاه السلع أ ، ب ، ج كالاتـــى :

| المواد / السلع | أ | ب | ج |
|---|---|---|---|
| ١ | ٥ | ٦ | صفر |
| ٢ | ٤ | ٨ | ١ |
| ٣ | ٧ | ٣ | ٥ |

| المواد / السلع | أ | ب | ج |
|---|---|---|---|
| ١ | ١ | ٣ | صفر |
| ٢ | صفر | ٥ | ١ |
| ٣ | ٤ | صفر | ٥ |

ويـــتم التخصيص كالآتـــــى :-

| | | العوائـــد |
|---|---|---|
| المادة (١) الى السلعة | ج | ١٠ |
| المادة (٢) إلى السلعة | أ | ٦ |
| المادة (٣) الى السلعة | ب | ٧ |
| | | ٢٣ |

ويمكن حل هذا المثال أيضا كالآتـــــى :-

يتم تحويل كل الارقام الى قيمها السالبة كما يلـــى :-

وبعد ذلك يتم اتباع الخطوات العادية للحـــل وهى طرح أقل رقم من كل صف ثم أقل رقم من كل عمود كما هو موضح بالجدولين التاليين .



| المواد / السلع | أ | ب | ج |
|---|---|---|---|
| ١ | ـ ٥ | ـ ٤ | ـ ١٠ |
| ٢ | ـ ٦ | ـ ٢ | ـ ٩ |
| ٣ | ـ ٣ | ـ ٧ | ـ ٥ |

| المواد / السلع | أ | ب | ج |
|---|---|---|---|
| ١ | ٥ | ٦ | صفر |
| ٢ | ٣ | ٧ | صفر |
| ٣ | ٤ | صفر | ٢ |

| المواد / السلع | أ | ب | ج |
|---|---|---|---|
| ١ | ٢ | ٦ | صفر |
| ٢ | صفر | ٧ | صفر |
| ٣ | ١ | صفر | ٢ |

ويكون التخصيص كالاتي : ١ ج ، ٢ ؟ ، ٣ ب ، وهي نفس النتيجة السابقة. ونجد أنه في بعض الحالات قد يكون عدد الوظائف أقل أو أكبر من عدد الوسائل المتوافرة لانجاز هذه الوظائف . فمثلا قد يكون لدينا أربعة آلات متخصصة لانتاج خمس أنواع من السلع ، ففي هذه الحالة يجب وضع حقل خيالي يخصص للالة الخامسة ويكون ذو قيم مساوية للصفر . وقد يكون لدينا أربعة آلات وثلاث سلع فقط ففي هذه الحالة أيضا يجب اضافة حقل عمودي لسلعة رابعة خيالية ذو قيم مساوية للصفر . والسبب في ذلك هو أن طريقة التخصيص تشترط أن يكون عدد الوسائل مساويا الى عدد الوظائف (Moore & Jablonski, 1969).

مثال/ أوجد أقل تكلفة ممكنة للمشكلة الآتيــة : (التكلفة بالساعات).

| السلع / الآلات | ؟ | ب | ج | د | هـ | و |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ١ | ١٣ | ١١ | ١٦ | ٢٣ | ١٩ | ٩ |
| ٢ | ١١ | ١٩ | ٢٦ | ١٦ | ١٧ | ١٣ |
| ٣ | ١٢ | ١١ | ٤ | ٩ | ٦ | ١٠ |
| ٤ | ٧ | ١٥ | ٩ | ١٤ | ١٤ | ١٣ |
| ٥ | ٩ | ١٣ | ١٢ | ٨ | ١٤ | ١١ |

الحل : في أول خطوة يتم اضافة حقل خيالي للالة السادسة كالاتـــي :-

| السلع / الآلات | ؟ | ب | ج | د | هـ | و |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ١ | ١٣ | ١١ | ١٦ | ٢٣ | ١٩ | ٩ |
| ٢ | ١١ | ١٦ | ٢٦ | ١٦ | ١٧ | ١٣ |
| ٣ | ١٢ | ١١ | ٤ | ٩ | ٦ | ١٠ |
| ٤ | ٧ | ١٥ | ٩ | ١٤ | ١٤ | ١٣ |
| ٥ | ٩ | ١٣ | ١٢ | ٨ | ١٤ | ١١ |
| خيالـــي | صفر | صفر | صفر | صفر | صفر | صفر |

بعد ذلك يتم نفس الخطوات السابقة في الحل وهي طرح أقل رقم من صف وكل عمود ، كما هو موضح بالجدولين التاليين ،

| السلع / الآلات | أ | ب | ج | د | هـ | و |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ١ | ٤ | ٢ | ٧ | ١٤ | ١٠ | صفر |
| ٢ | صفر | ٨ | ١٥ | ٥ | ٦ | ٢ |
| ٣ | ٨ | ٧ | صفر | ٥ | ٢ | ٦ |
| ٤ | صفر | ٨ | ٢ | ٧ | ٧ | ٦ |
| ٥ | ١ | ٥ | ٤ | صفر | ٦ | ٣ |
| خيالي | صفر | صفر | صفر | صفر | صفر | صفر |

عدد الخطوط المستقيمة (٥) وهي لا تساوي عدد الوسائل (٦) ، ويتم طرح ٢ من الأرقام غير المارة بالخطوط واضافة الرقم ٢ الى نقاط التقاطع بالنسبة لكل مستقيمين كالاتي في الجدول التالي ،

| السلع / الآلات | أ | ب | ج | د | هـ | و |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ١ | ٤ | ٢ | ٧ | ١٤ | ١٠ | صفر |
| ٢ | صفر | ٨ | ١٥ | ٥ | ٦ | ٢ |
| ٣ | ٨ | ٧ | صفر | ٥ | ٢ | ٦ |
| ٤ | صفر | ٨ | ٢ | ٧ | ٧ | ٦ |
| ٥ | ١ | ٥ | ٤ | صفر | ٦ | ٣ |
| خيالي | صفر | صفر | صفر | صفر | صفر | صفر |

وبنفس الطريقة يتم اضافة ٢ وطرح ٢ نظرا لان أقل عدد من المستقيمات التي تغطي الاصفار ٥ ،

| السلع / الآلات | أ | ب | ج | د | هـ | و |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ١ | ٤ | صفر | ٧ | ١٤ | ٨ | صفر |
| ٢ | صفر | ٦ | ١٥ | ٥ | ٤ | ٢ |
| ٣ | ٨ | ٥ | صفر | ٥ | صفر | ٦ |
| ٤ | صفر | ٦ | ٢ | ٧ | ٥ | ٦ |
| ٥ | ١ | ٣ | ٤ | صفر | ٤ | ٣ |
| خيالي | ٢ | صفر | ٢ | ٢ | صفر | ٢ |

| السلع / الآلات | أ | ب | جـ | د | هـ | و |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ١ | ٦ | صفر | ٧ | ١٤ | ٨ | صفر |
| ٢ | صفر | ٤ | ١٣ | ٣ | ٢ | صفر |
| ٣ | ١٠ | ٥ | صفر | ٥ | صفر | ٦ |
| ٤ | صفر | ٤ | صفر | ٥ | ٣ | ٤ |
| ٥ | ٣ | ٣ | ٤ | صفر | ٤ | ٣ |
| خيالـــى | ٤ | صفر | ٢ | ٢ | صفر | ٢ |

وينتهى الحل بذلك نظرا لانه يوجد عدد ستة مستقيمات تغطى جميع الاصفـــار وبالتالى يعتبر هذا الجدول هو الجدول النهائى • ويتم التخصيص كالآتى حيـــث يوجد بديلين للحل :-

البديل الاول :

| | | التكلفـــة |
|---|---|---|
| الآلـــة (١) الى السلعة | و | ٩ |
| الآلـــة (٢) الى السلعة | أ | ١١ |
| الآلـــة (٣) الى السلعة | هـ | ٦ |
| الآلـــة (٤) الى السلعة | جـ | ٩ |
| الآلـــة (٥) الى السلعة | د | ٨ |
| | | ٤٣ |

لا يوجـــد آلة للسلعة ب •

البديل الثانـــى :

| | | التكلفـــة |
|---|---|---|
| الآلـــة (١) الى السلعة | ب | ١١ |
| الآلـــة (٢) الى السلعة | و | ١٣ |
| الآلـــة (٣) الى السلعة | جـ | ٤ |
| الآلـــة (٤) الى السلعة | أ | ٧ |
| الآلـــة (٥) الى السلعة | د | ٨ |
| | | ٤٣ |

لا يوجـــد آلـة للسلعـــة هـ •

## استخدام نموذج الفرع والحد لحل مشكلات التخصيص

نظرا لان مشاكل التخصيص التى تم مناقشتها يوجد لها عدد محدد من الحلول الممكنة ، فانة من الممكن استخدام التحديد كأسلوب للحل ، وهذا يساعد على وضع كل الحلول الممكنه فى قائمة ويتم أخذ الحل الذى يمثل أقل التكلفة مثلا • ويمكن استخدام الكمبيوتر للحل وخاصة فى حالة المشاكل المعقدة ، وعلى أيـة حال فان طريقة التعديد تصبح غير عملية من الناحية الاقتصادية وذلك عندما يتزايد عدد الحلول الممكنه بالعلاقة بحجم المشكلة وذلك لزيادة التكاليف وضياع الوقت •

ويمكن استخدام النموذج المعروف بالفرع والحد للمساعدة فى عملية الحل بكفاءة عن طريق أخذ جزء قليل من اجمالى العدد المتعلق بالحلول الممكنة التى نريد فحصها واحدا بعد الآخر • ويوجد العديد من التطبيقات لهذا النموذج إلا أننا سوف نقوم بالتعليق على نموذج التخصيص الذى تم شرحة ونرى كيف يتم الحل باستخدام هذا النموذج ( Levin & Kirkpatrick, 1975 )•

ان هذا النموذج يقوم بالتفريع والتحديد لكل الحلول الممكنه الى أجزاء أقل فأقل حتى نجد حل واحد والذى إما أن يعظم الارباح أو يقلل من التكاليف الى أقل حد ممكن لدالة الهدف ، وللتوضيح نورد المثال التالى •

<u>مثال /</u> توضح المصفوفة التالية البيانات عن تكاليف توقيع الاعمال للآلات المختلفه • فيوجد أربع أعمال والتى يمكن أن تؤدى على أى من الاربع آلات ، والتكاليف لأداء كل عمل على كل آلة • <u>**والمطلوب :**</u> استخدام نموذج الفرع والحد وذلك لتخصيص الاعمال على الآلات من أجل تحقيق أقل تكلفة ممكنه•

| الآلات / الاعمال | ١ | ٢ | ٣ | ٤ |
|---|---|---|---|---|
| أ | ٩٥ | ١٠ | ٥٣ | ٧٨ |
| ب | ٧٤ | ١٩ | ٨٨ | ٩١ |
| جـ | ٦٢ | ٩٨ | ٧ | ٨٤ |
| د | ١٢ | ٨٢ | ٨٠ | ٢٨ |

وللحل نتبع الخطوات الآتيـــة :

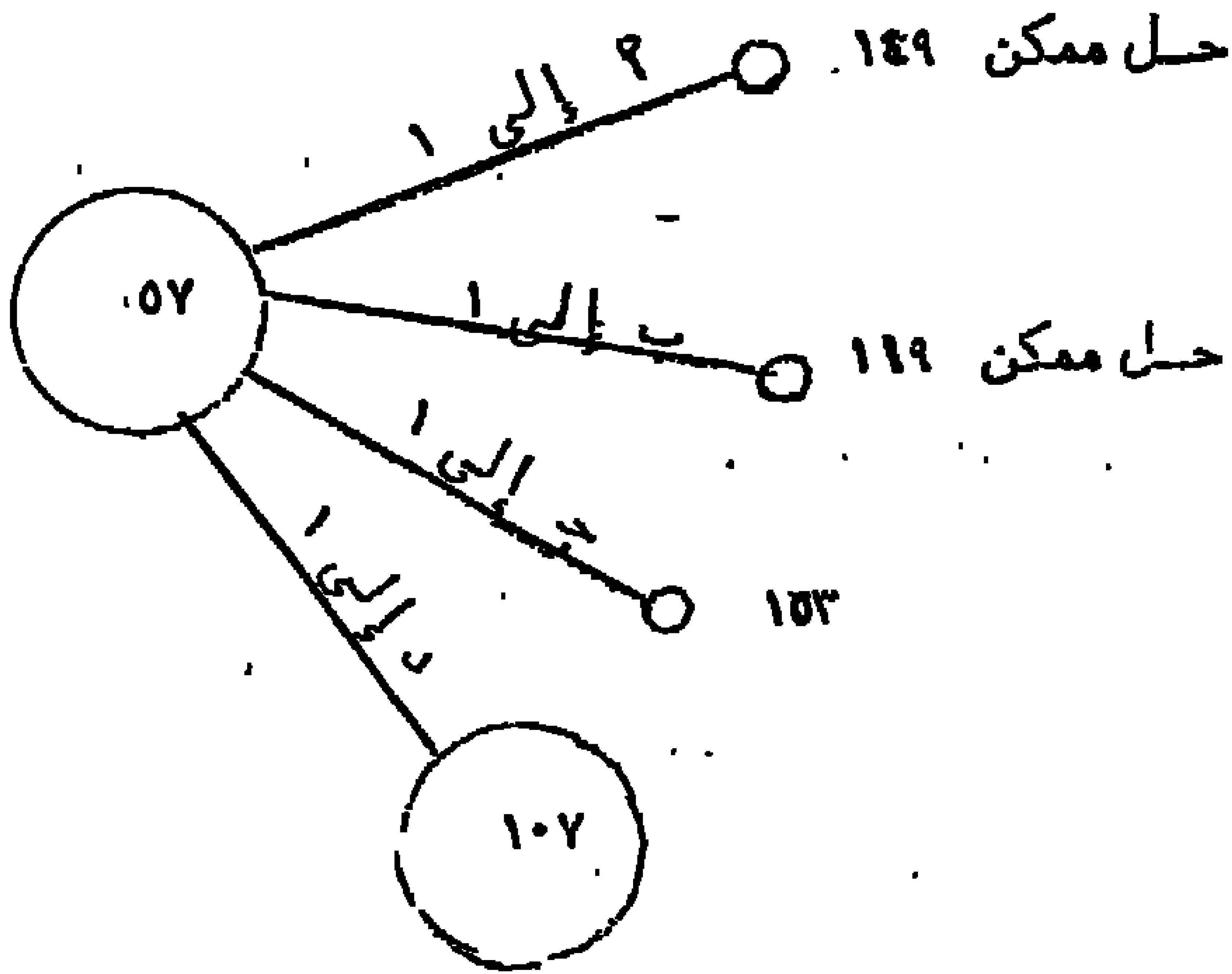
خطوة (١) :- نعرف أنه يوجد ٢٤ حل ممكن لهذه المشكلة ، ولكن في البدايـة فانه يجب أن نحدد أقل حد لاجمالى التكاليف ، وهذا عبارة عن أقل التكاليـف لتخصيص الاعمال على الآلات ، وهذا الحد لا يمكن أن تقل اجمالى التكاليف عنه، وهذا التخصيص الناتج قد لا يكون ممكنا أى أنه يمكن أن يتم تخصيص عمل أو أكثر لآلـة واحدة . ولكن الهدف من الحساب المبدئى لاقل حد من التكاليف هو تأسيس أرضيـة والتى لا يمكن أن تقل التكاليف عنها . ولعمل ذلك يتم وضع أقل حد لاجمالـى التكاليف وذلك عن طريق اضافة كل التكاليف الصغرى فى الاربع أعمدة ونحصل بذلك على التكاليف التالية : ١٢ + ١٠ + ٧ + ٢٨ = ٥٧ ، واذا نظرنا الى هذا التخصيص للاعمال على الآلات ، لوجدنا أن عمل د قد تم توقيعة الى آلتين (١ ، ٤) ، وبالتالى فهذا التخصيص ليس فى حدود الامكانيات ويجب الاستمرار فى الحل للحصول على أقـل التكاليف .

خطوة (٢): ونبدأ فى النظر الى العملية لايجاد الحـل ، فلو فرض أنه تم توقيع كل عمل على الآلة رقم (١) يتم اضافة أقل التكاليف فى باقى الاعمدة دون مرعاة ما اذا كان يتم توقيع أكثر من عمل على آلة واحدة ، مع ملاحظة ترك كـل صف يوجد به توقيع أساسى ( فمثلا تم توقيع أ الى ١ ، فيتم ترك الصف أ والعمود ١

كلنية ،بتم الاختيار لأقل التكاليف من باقي الأعمدة)• ويوضح الجدول التالي ذلك •

| التعيين | تحديد أقل حد لاجمالي التكاليف |
| --- | --- |
| ٢ الى ١ | ٩٥ + ١٩ + ٧ + ٢٨ = ١٤٩ حل ممكن |
| ب الى ١ | ٧٤ + ١٠ + ٧ + ٢٨ = ١١٩ حل ممكن |
| جـ الى ١ | ٦٢ + ١٠ + ٥٣ + ٢٨= ١٥٣ |
| د الى ١ | ١٢ + ١٠ + ٧ + ٧٨= ١٠٧ |

ويتم التعبير عن خطوة (١) ، (٢) في صورة شجرة كما هو موضح في الشكل التالي :



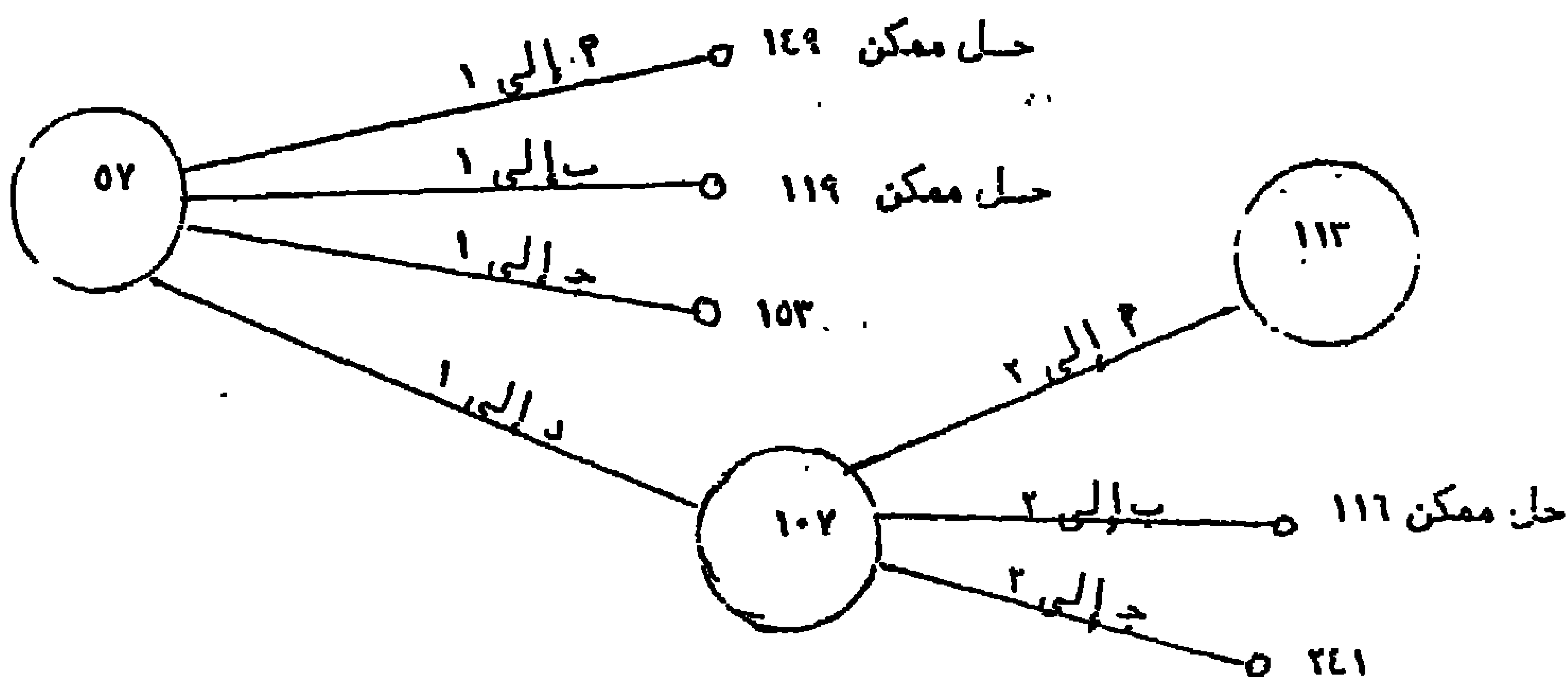

وتمثل الدائرة التي يوجد بها ٥٧ أقل تكلفة للحل والتي تم الحصول عليها من خطوة (١) ، لكل واحد من الحلول الاربعة التي تم الحصول عليها في خطوة (٢). وتمثل ١٠٧ أقل التكاليف من بين أربعة وقد تم وضعها في دائرة . ونظرا لان ١٤٩ تعتبر أقل التكاليف الممكنه اذا تم توقيع عمل ؟ الى آلة (١) ، لذلك فان كل الحلول الاخرى والتي يمكن أن تحسب يتم تجاهلها، وأيضا بالنسبة الى كل من ب ، جـ فان كل الحلول الممكنة التي يمكن أن يتم الحصول عليها من هذه الفروع من الشجرة يتم تجاهلها• وبهذة الطريقة ، فان طريقة الفرع والحد تقيم فقط جزء قليل جدا من كل البدائل الممكنة ، ولكن لا تهمل أي حل يمكن أن يكون حلا أمثلا وخصوصا في خطوة (٢) فقد تم تجنب تقييم مايقرب من نصف الحلول الممكنة التي تم تخصيصها•

خطوة (٣): فى تلك الخطوة يتم اختيار فرع الشجرة الذى يمثل أقل التكاليف فى خطوة (٢) وهى ١٠٧ ( بالرغم من أن التكلفة ١٠٧ لا تمثل تخصيص ممكن فهذا لا يمنع من البحث عن حلول أخرى تقلل التكاليف على هذا الفرع وتكون ممكنة فى نفس الوقت ).

ويوضح الجدول التالى كل الحسابات الضرورية فى هذه الخطوة ، وطالما أنه قد تم توقيع العمل د الى آلة (١) فى الخطوة السابقة ، فانه فى تلك الخطوة يتم توقيع كل الاعمال الثلاثة الباقية للآلة (٢) على التوالى ثم نضيف أقل التكاليف فى كل من الاعمدة الاثنيين الباقيين (مع ملاحظة ترك الصف الذى تم التوقيع له ويتم الاختيار لاقل التكاليف من باقى الارقام فى الاعمدة) وبدون الاخذ فى الاعتبار ما اذا كان يوجد حل ممكن أم لا . ونجد أن الحل الممكن فى هذه الخطوة هو أن تكون التكاليف ١١٦ والتى فيها يوقع عمل د الى آلة (١) ، وعمل ب الى آلة (٢) ، وعمل جـ الى آلة (٣) ، وعمل أ الى آلة (٤) .

| التخصيص عندما د توقع الى (١) | تحديد أقل حد لاجمالى التكاليف |
|---|---|
| أ تخصص الى آلة (٢) | (١٢) + (١٠+ ٧ + ٨٤) = ١١٣ |
| ب تخصص الى آلة (٢) | (١٢) + (١٩+ ٧ + ٧٨) = ١١٦ |
| جـ تخصص الى آلة (٢) | (١٢) + (٩٨+ ٥٣ + ٧٨)= ٢٤١ |

ويوضح الشكل التالى الشجرة الناتجة من خطوة ١ ، ٢ ، ٣ .

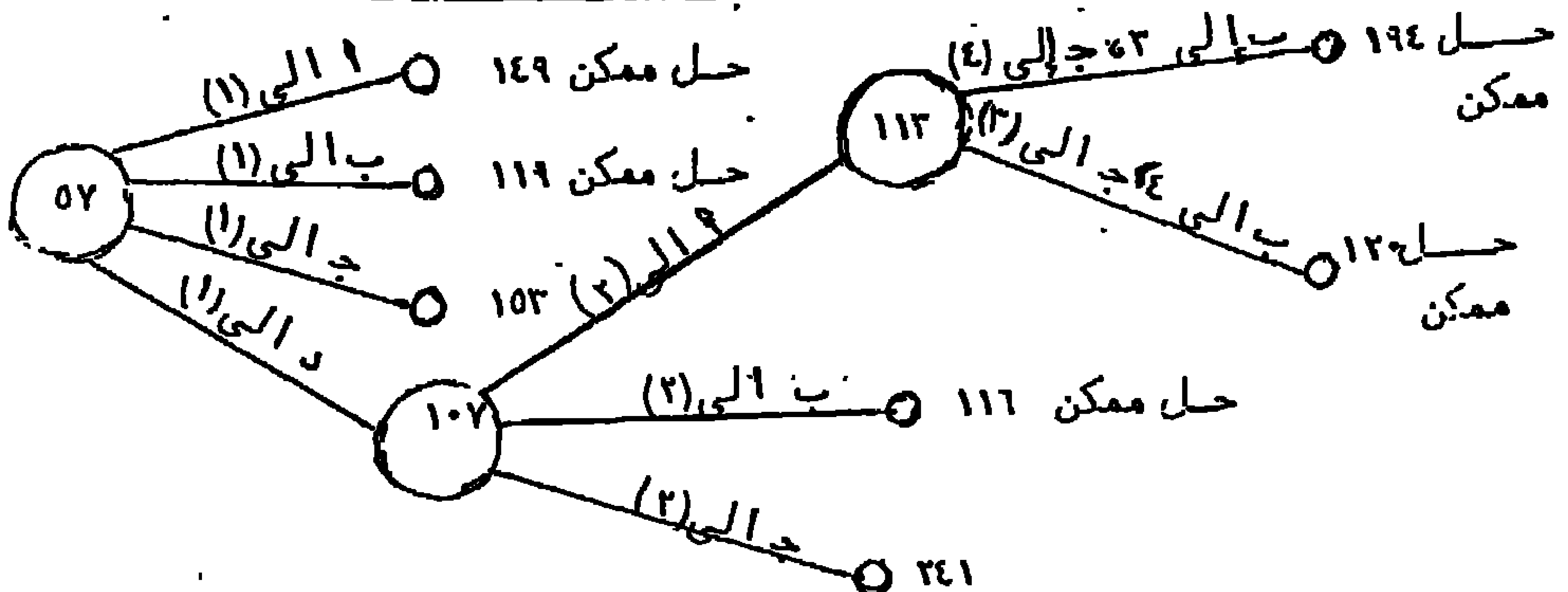


وتمثل التكلفة ١١٣ أقل التكاليف والتي تم الحصول عليها في هذه الخطوة . وبالتالي فانه يمكن استبعاد باقي الحلول من على الشجرة بدون تقييم أزيد. والان مرة أخرى فان طريقة الفرع والحد توضح كيف يتم تقييم جزء فقط من الحلول الممكنة ولم يتم بعد اهمال أي منهم والذي يمكن أن يكون حلا أمثلا .

خطوة (٤) : يتم اختيار أقل تكلفة للفروع على الشجرة في خطوة (٣) وهي الحالة المتعلقة بالعمل د موقعا الى الآلة (١) والعمل أ موقعا الى الآلة (٢) . والحقيقة أن التكلفة ١١٣ لا تمثل تخصيص ممكنا وهذا لا يمنع من البحث عن حلول أخرى أقل في التكاليف على الفرع والتي يمكن أن تكون ممكنة . إن البدائل الاثنين الأخريين الممكنين والتي يمكنا تخصيصها هي د إلى ١ ، أ الى ٢ موضحة في الجدول التالي :-

| التخصيص عندما د توقع الى (١) ، و أ توقع الى آلة (٢) | تحديد أقل حد لاجمالي التكاليف |
|---|---|
| ب يتم أداءة على آلة (٣) ، ج على آلة (٤) | (٢٢) + ( ٨٨ + ٨٤) = ١٩٤ حل ممكن |
| ب يتم أداءة على آلة (٤) ، ج على آلة (٣) | (٢٢) + ( ٧ + ٩١) = ١٢٠ حل ممكن |

ويوضح الشكل الاتي الفروع لكل من خطوة ١ ، ٢ ، ٣ ، ٤ .



ولان كلا من البديلين يمثلان حلا ممكنا فى خطوة (٤) واللذان فى نفس الوقت يمثلان تكاليف أكبر من ١١٢ (وهى التكلفة المتعلقة ببديل سابق معروف تم ايجادة فى خطوة (٣)) فان كلا من هذين الحلين يتم استبعادهما . والحل الامثل والممكن لهذة المشكله هو ١١٦ والذى تم ايجادة فى خطوة (٣) ، والتخصيص المتعلق بهذا البديل كالاتــــى :-

| التخصيص | التكاليف |
| --- | --- |
| د توقع الى آلة (١) | ١٢ |
| ب توقع الى آلة (٢) | ١٩ |
| ج توقع الى آلة (٣) | ٧ |
| أ توقع الى آلة (٤) | ٧٨ |
| | ١١٦ |

# نماذج المراجعة وتقييم البرامج والمسار الحرج

تتضمن الرقابة على الانتاج مجموعة من الاجراءات والانشطة التي تستهدف انتاج السلعة المطلوبة ، بالكمية المطلوبة ، وبالنوعية المطلوبة ، وفي الوقت المناسب وبأقل تكلفة ممكنة. فالرقابة الفعالة على الانتاج تؤدي الى تقليل حجم المواد تحت الصنع في نطاق المصنع ، وتحقيق التدفق المنتظم للمواد الاولية ، وضمان السير المنتظم للعمليات الصناعية خلال مراحل الصنع المختلفة. وهذا يعني أن كفاءة الرقابة يتمثل في الحد من التبذير للموارد البشرية والمادية وبالتالي تحقيق الاستثمار الأفضل لكافة الموارد المتاحة. فالرقابة على الانتاج اذن تتضمن تنسيق وتوجية كافة الانشطة المتعلقة بالتدفق المنتظم للمواد الخام والتأكد من السير المنتظم للعمليات الانتاجية الى أن يتم الحصول على السلعة المصنوعة في شكلها النهائي وتوصيلها الى المستهلكين بالصورة المرغوبة .

ان الرقابة على الانتاج ترتبط بالتنبوءات الاقتصادية لحجم الطلب المتوقع للسلعة والخطة المتوقعة للانتاج . فبعد استلام طلبيات الشراء يتم ترجمة حجم الطلب الى أوامر.ثم يتم ارسال تلك الأوامر الى المصنع بالمعدل أو التسلسل الذي يستطيع به المصنع استيعابها بصورة كاملة ودون اعاقة للعمليات الصناعية الجارية ومن ثم تأتي الرقابة على الانتاج كعملية وثيقة الصلة بالتخطيط علية. ان وجود رقابة للانتاج تستند بالضرورة على وجود خطة لذلك الانتاج وما يتعلق بذلك من وضع مقاييس أو معايير بغرض مقارنة النتائج الفعلية المتحققة للعمليات الصناعية مع ما هو مخطط ، ومن ثم استقصاء أسباب الانحراف ان وجدت واتخاذ الاجراءات اللازمة لمعالجة هذه الانحرافات في المستقبل .

ويوجد عدد من النماذج والاساليب التي يمكن استخدامها بغرض التخطيط والرقابة

على الانتاج ومعالجة مشاكل التأخير والتوقف والمعوقات الاخرى التي تواجه تنفيذ عمليات الانتاج . ومن تلك النماذج " اسلوب المراجعة وتقييم البرامج " ويطلق علية أسلوب بيرت " PERT " واسلوب المسار الحرج " CPM "

ويعتبر كل من نموذجي بيرت والمسار الحرج من الاساليب المساعدة في اتخاذ القرارات في تخطيط ورقابة الانتاج وخصوصا للمشروعات ذات الانشطة المعتمدة على بعضها البعض والتي يتم اداءها وفقا لتتابع معروف ومحدد مسبقا ، والتأخير في أداء أحد الانشطة يمكن أن يؤدي تأخير البداية والانتهاء للانشطة الاخرى بل والمشروع بأكملة.

ان نموذج بيرت يستخدم أساسا ثلاث تقديرات للوقت وهما الوقت المتفائل ، والوقت المتشائم ، والوقت الاكثر حدوثا . وتظهر أهمية استخدام ثلاث تقديرات للوقت في تحديد وحساب التباين والوقت المتوقع لكل نشاط ، ويمكن استخدام التباين لكل نشاط في حساب احتمال تكملة النشاط أو المشروع في الوقت المتوقع للانتهاء منه . ( Thierauf & Klekamp, 1975 & Kassouf, 1970 ).

أما نموذج المسار الحرج يشبة نموذج بيرت من حيث استخدام تقريبا نفس الشبكة ونفس الطريقة ولكن الاختلاف الاساسي بينهما هو أن نموذج المسار الحرج ( CPM ) يستخدم تقدير واحد للوقت بدلا من ثلاث تقديرات . إن الوقت المقدر في نموذج المسار الحرج غالبا ما يتساوى مع الوقت المتوقع لاتمام النشاط والذي يتم حسابة في نموذج بيرت . إن استخدام طريقة المسار الحرج تسهل عملية جمع المعلومات ولكنها لا تسمح للادارة وللمحللين دراسة تأثير التباين للانشطة على المشروع ككل . وأيضا لا تسمح بحساب الاحتمالات للانتهاء من الانشطة في نطاق وقت محدد .

وعموما تستخدم تلك النماذج في عملية الرقابة على سير الاعمال في المشاريع تحت التشييد أو السلع تحت الصنع ، وتحليل وتنسيق الانشطة المتعلقة بذلك . ويعتبر

اسلوب بيرت أساسا أسلوب للتخطيط والتنسيق والمتابعة. ويركز على شبكة العمل في توضيح العلاقة بين الانشطة المختلفة وطريقة تتابعها خلال فترة المشروع .

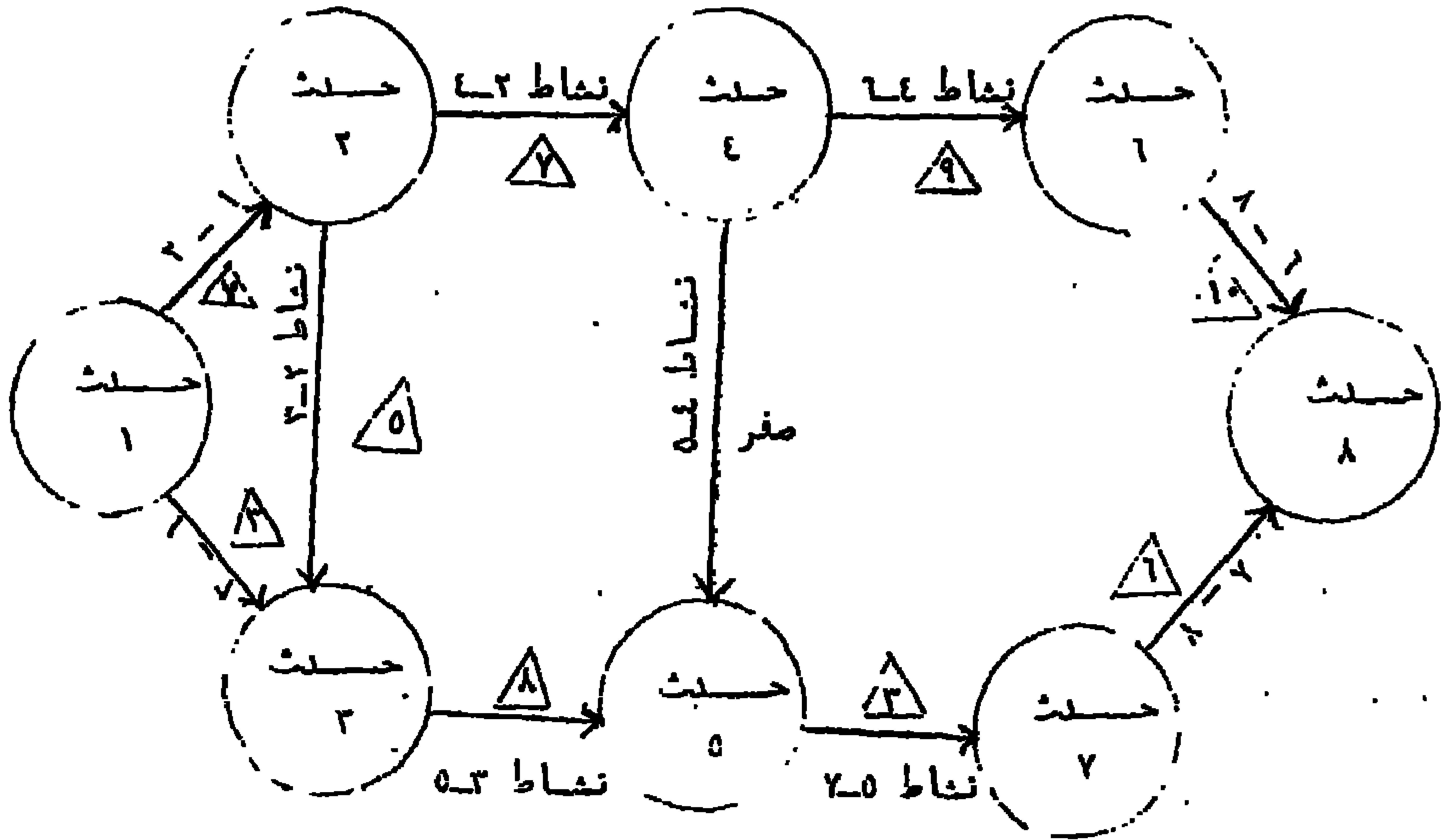
ويساعد اسلوب بيرت في تمكين الادارة من التعرف على العوامل التى تؤثر على تنفيذ المشروع ، وأخذها في الحسبان عند اتخاذ القرارات الخاصة بالتخطيط ووضع جداول الانتاج والرقابة على العمل ، ولقد تم تطوير هذا الاسلوب حديثا . وتبدأ تحليلات هذا الاسلوب بتخطيط الانشطة المكونه للمشروع أو البرامج ووضعها في تسلسل منطقي . وعلى خلاف الاساليب التقليدية للرقابة فان أسلوب بيرت يركز على رقابة الوقت ومن ثم يطبق في المواقف التى تتضمن نوعا من عدم التأكد في متطلبات الوقت .

ويوجه أسلوب بيرت اهتمامة الى المشروع أو النظام ككل وليس الى أحد أجزائة أو تقسيماته التنظيميه . بمعنى أنه بدلا من التركيز على المكونات والتقسيمات الرسمية للمشروع ، فان اسلوب بيرت يوضح العلاقة بين الانشطة والاحداث المتعاونة في تحقيق أهداف المشروع . ولهذا يقوم هذا الاسلوب على رسم شبكة للانشطة الضرورية لتنفيذ المشروع والتى تربط بين الاحداث الهامة في علاقات تتابعية منطقية لتحقيق أهداف المشروع ككل وتدبير تفصيلاته كذلك . ويوضح الشكل التالى رقم ( ٤٥ ) نموذجا مبسطا لشبكة بيرت .

وكما هو واضح من الشكل ( ٤٥ ) ، فان الأحداث يعبر عنها بدوائر ، أما الانشطة فيعبر عنها بأسهم تربط ما بين الدوائر . ويتدفق العمل في الاتجاه الذى يشير اليه السهم . ولا علاقة بين طول السهم ومقدار الوقت اللازم لاتمام النشاط .

ويعبر الحدث عن بدء أو الانتهاء لنشاط معين أو خطوة معينة في المشروع . وكذلك فان الحدث في حد ذاته لا يستغرق وقتا ولا يستهلك موارد باعتبار أنه يأتى بعد انتهاء أنشطة سابقة وقبل بدء أى من الانشطة التالية . فالحدث هو مجرد اتمام أو انجاز معين يتم عند نقطة زمنية معينه ، وهذا يعكس الحال في النشاط الذى يستغرق وقتا ويستهلك

شـــــــــكل ( ٤٥ )




موارد باعتبار أن النشاط هو عمل لازم لاتمام حدث معين .

وتميز الاحداث بأرقام توضع داخل الدوائر ( ١ ، ٢ ، ٣ ، ....الخ ). بينمـا تميز الانشطة بالارقام التى توضع فوق الأسهم كما هو موضح بالشكل السابق . وغالبا ما يميز أى نشاط بالحدثين اللذين يربط بينهماذلك النشاط ، ومثالا لذلك نجـــد فى الشكل السابق أن النشاط ١ـ٣ يربط بين الحدثين ١ ، ٣ . ويدرج الزمن اللازم للقيام بالانشطة المتعلقة بالاحداث المختلفة ضمن الشبكة حيث يكتب فوق الاسهـــم الدالة على الانشطة ذات العلاقة ، وذلك كما هو موضح فى الشكل السابق .

فمثلا نجد أن الوقت اللازم للنشاط المتعلق باتجاز الحدث ٤ هو سبعة أيام، وهذا هو الوقت اللازم منذ الانتهاء من الحدث ٢ الى الانتهاء من الحدث ٤ . واتجـــاه الأسهم من حدث الى حدث آخر يعنى أن الحدث الذى يحمل تسلسل رقمى أكبر من سابقة لا يمكن أن يبدأ فى الحدوث إلا بعد أن يكون الحدث الذى سبقة قد أنجز بصـــورة

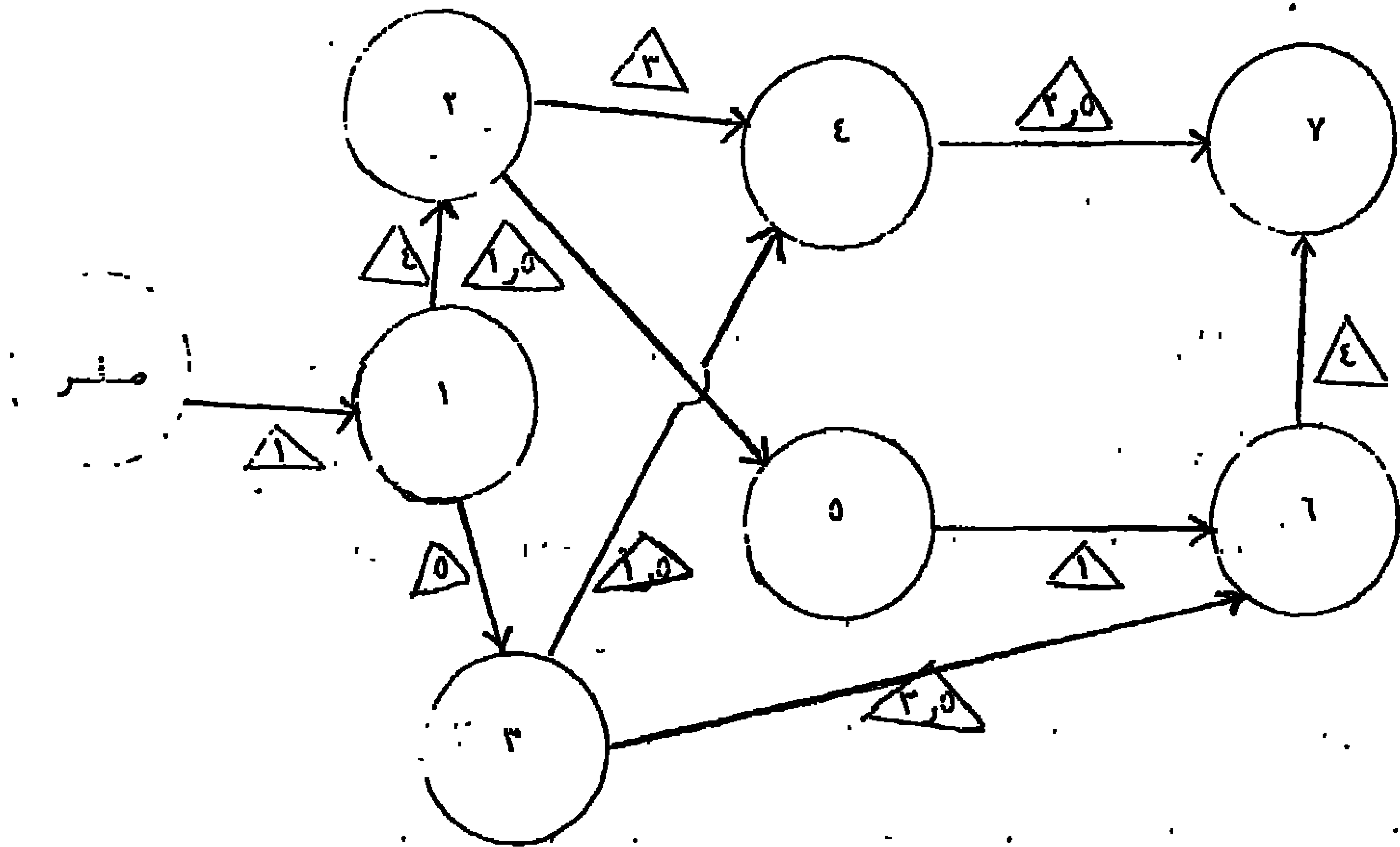
كاملة. فمثلا الحدث ٦ لا يمكن البدء به إلا بعد أن يتم انجاز الوظيفة ٤ بصورة كاملة. وأيضا يعتبر الحدث رقم ١ نقطة البدء في المشروع والحدث رقم ٨ نقطة الانتهاء من المشروع .

ولحساب الوقت اللازم للانتهاء من المشروع (أي حساب الوقت المبكر لإنجاز الحدث) يبدأ من الحدث الأول واذا وجد أكثر من مسار لحدث واحد فان الوقت المتوقع لهذا الحدث يساوي الوقت المتوقع للانشطة الواقعة على المسار الذي يستغرق أطول وقت ، ويرمز للوقت المبكر لانجاز المشروع والاحداث المختلفة بالرمز $ن_م$ . ويتم وضع الوقت المبكر لانجاز الحدث في مربع حتى يمكن تمييزه عن الوقت المتوقع لانجاز الحدث . ولحساب آخر ميعاد مسموح به لانجاز الحدث ، نبدأ من الحدث الاخير في الشبكة ونرجع الى الوراء ، ويتم طرح الوقت المتوقع لانجاز الحدث نفسه من الوقت المبكر لانجاز الحدث اللاحق وهكذا الى أن نصل الى الحدث الاول . واذا وجد مساران لحدث واحد يؤخذ أقل المسارات من حيث الوقت . ويرمز لآخر وقت مسموح به لانجاز الحدث بالرمز $ن_خ$ ، ويتم وضع الوقت المتعلق بآخر وقت مسموح به لانجاز الحدث في دائرة .

ولحساب الزمن الفائض يتم طرح الوقت المبكر لانجاز الحدث من آخر وقت مسموح به لانجاز الحدث ( $ن_خ$ - $ن_م$ ) والزمن الفائض (فترة التراخي) لحدث ما يمثل الوقت الزائد المتاح للوصول الى هذا الحدث . وهو يمثل عدد الايام التي يزيد فيها آخر وقت مسموح به لاتمام الحدث ( $ن_خ$ ) عن الوقت المبكر لاتمام الحدث اللاحق ( $ن_م$ ) . ويمكن أن تكون فترة التراخي ايجابية أو سلبية أو مساوية للصفر. وبصفة عامة فانه كلما قلت فترة التراخي للحدث ، كلما كان هذا الحدث حرجا في المشروع . وفائدة معرفة وقت التراخي الخاص بكل حدث تظهر في امكانية الافادة من الموارد المحددة حيث يمكن نقل الموارد والامكانيات (المادية والبشرية

والزمنية) من المسارات الحرجة التى تتمتع بوقت تراخى صفير ، بما يمكن في النهاية من تقليل الوقت الكلى اللازم لانهاء المشروع ومن ثم يمكن الانتهاء من تنفيذ المشروع فى أقل وقت ممكن . ولتوضيح كيف يتم حساب كل من الوقت المبكر لانجاز الاحداث المختلفة ، وآخر وقت مسموح به لانجاز الاحداث ، والوقت الفائض نورد المثال التالى :

مثال / يوضح الشكل التالى الخطوات اللازمة للانتهاء من عمل ما ، ويوضح الازمنة المتوقعة لكل خطوة (حدث) من الخطوات . والمطلوب : حساب كل من الوقت المبكر لانجاز الحدث ، وآخر وقت مسموح به لانجاز الحدث ، والوقت الفائض .




الحـــل :-

يوضح الجدول التالى رقم (٤٤) ، الناتج من حساب كل من الوقت المبكر لانجاز الحدث ، وآخر وقت مسموح به لانجاز الحدث ، والوقت الفائض .

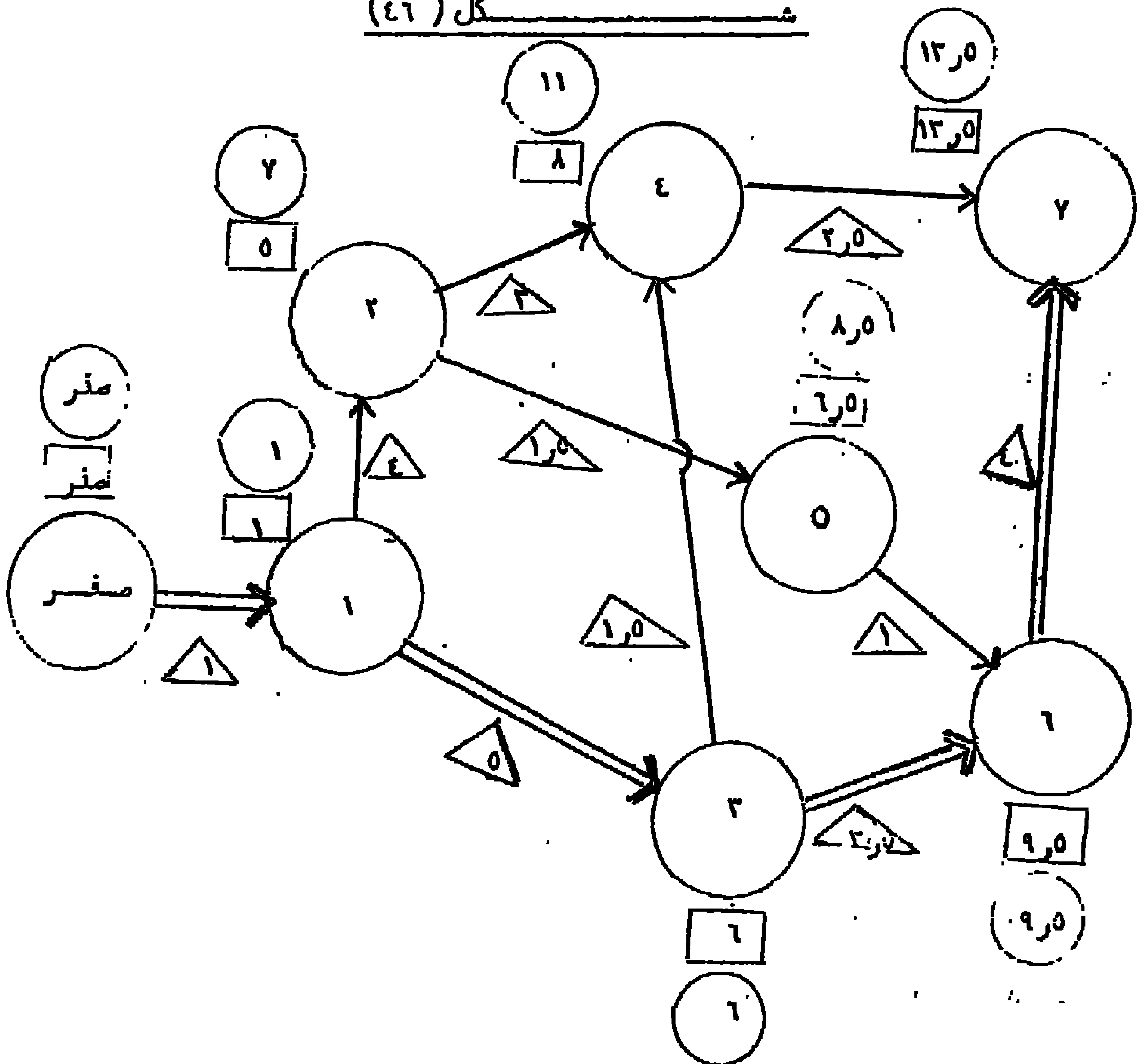
جـــــــــــدول ( ٤٤)

| الحدث السابق | الحدث اللاحق | الوقت المتوقع | الوقت المبكر | آخر وقت مسموح به لانجاز الحدث | الوقت الفائض |
|---|---|---|---|---|---|
| — | صفر | صفر | صفر | صفر | صفر |
| صفر | ١ | ١ | ١ | ١ | صفر |
| ١ | ٢ | ٤ | ٥ | ٧ | ٢ |
| ١ | ٣ | ٥ | ٦ | ٦ | صفر |
| ٢ | ٤ | ٣ | ٨ | ١١ | ٣ |
| ٢ | ٥ | ٥ر١ | ٥ر٦ | ٥ر٨ | ٢ |
| ٣ | ٤ | ٥ر١ | ٨ | ١١ | ٣ |
| ٣ | ٦ | ٥ر٣ | ٥ر٩ | ٥ر٩ | صفر |
| ٤ | ٧ | ٥ر٢ | ٥ر١٣ | ٥ر١٣ | صفر |
| ٥ | ٦ | ١ | ٥ر٩ | ٥ر٩ | صفر |
| ٦ | ٧ | ٤ | ٥ر١٣ | ٥ر١٣ | صفر |

ومن الجدير بالذكر ملاحظة أن أطول مسافة ضمن شبكة بيرت والتي تؤدي الى انجاز المشروع تحت الدراسة يطلق عليها المسار الحرج • وهو في المثال أعلاه يمثل الطريق الى نهاية المشروع دون أن يكون هناك فائض • أى أن الوقت المبكر لانجاز الحدث يساوى آخر وقت مسموح به لانجاز الحدث • والأحداث التى تقع على هذا المسار تسمى بالأحداث الحرجة • وهذا يعنى أن أى تأخير في انجاز هذه الاحداث يؤدى بالضرورة الى تأخير انجاز المشروع فى موعده المقرر • وسوف نرمز للمسار الحرج بسهمين كما هو موضح فى الشكل التالى رقم ( ٤٦ )•

وكما هو واضح من الشكل التالى رقم ( ٤٦ ) فان المسار الحرج هو صفر - ١ - ٣ - ٦ - ٧ ، ويلاحظ تساوى الوقت المبكر لانجاز الحدث مع آخر وقت مسموح به لانجاز الحدث • ويوضح الشكل أيضا الوقت المبكر لانجاز الحدث وآخر وقت مسموح به لانجاز الحدث ، والوقت المتوقع للاحداث المختلفة •

شكل (٤٦)




المسار الحرج

الوقت المتوقع لانجاز الحدث

الوقت المبكر لانجاز الحدث

آخر ميعاد مسموح به لانجاز الحدث

## حالة عدم التأكد من الوقت اللازم لانجاز الأحداث

في المثال السابق ، كان الوقت اللازم للقيام بالانشطة الضرورية لاتمام الوظائف المختلفة التي يتضمنها المشروع معروف ومحدد مسبقا وبالتالي أصبح بالامكان تحديدها بدرجة من الدقة . إلا أنه في الحياة العملية ، ولكثير من المشروعات ، قد يكون من الاستحالة اعطاء تقديرات دقيقة وثابتة للزمن الذي يستغرقه كل نشاط يتعلق بانجاز المشروع . ولذلك فانه من الضروري الأخذ في الاعتبار احتمالات متعددة بصدد الفترة الزمنية اللازمة للقيام بالأنشطة المختلفة التي يتطلبها انجاز مشروع ما .

ان اسلوب بيرت يأخذ في الاعتبار ثلاثة أنواع من الاحتمالات عند تحديد الوقت اللازم لانجاز المشروعات المختلفة وهذه الاحتمالات هي :

<u>الوقت التفاؤلي</u> . وهو تقدير لأقل فترة زمنية ضرورية للقيام بالانشطة المختلفة . والوقت التفاؤلي هو الوقت الذي يستغرقه نشاط معين بغرض انجاز وظيفة ما اذا ما سارت الامور بصورة حسنة جدا وبدون أي تعطيل بما يساعد المنشأة في انجاز المشروع في موعد أقل مما هو متوقع . ويرتكز ذلك الوقت على أن كل شئ سوف يسير على ما يرام .

<u>الوقت المحتمل جدا</u> . وهو التقدير الطبيعي للمدة الزمنية اللازمة لانجاز الانشطة المختلفة . وهذا التقدير يمثل واقع الوقت الضروري اذا كانت المنشأة قد اكتسبت خبرات كافية في انجاز مشاريع مماثلة في الماضي بحيث تؤهلها هذه الخبرات لوضع تقديرات زمنية دقيقة نسبيا .

<u>الوقت التشاؤمي</u> . وهو تقدير لأطول فترة زمنية ممكنة والتي تستغرقها الانشطة ذات العلاقة . وهذا التقدير يفترض أن العمليات الصناعية قد يعترضها بعض المشكلات كحدوث عطل في الآلات ، أو اعادة تصميم بعض أجزاء السلعة ، والى غير

ذلك • وهذه المشكلات تؤدي الى تأخير انجاز العمليات في المواعيد المطلوبة•

ان اسلوب بيرت يأخذ في الاعتبار الاحتمالات الزمنية المشار اليها أعلاه عند تقدير الوقت اللازم لانجاز كافة الانشطة لمشروع ما • وبالاضافة الى ذلك فان هذا الاسلوب يعطي الاوزان التالية للاحتمالات المختلفة :

وزن واحد لتقديرات الوقت التفاؤلي
وزن واحد لتقديرات الوقت التشاؤمي
أربعة اوزان لتقديرات الوقت الأكثر حدوثا

ويستخدم هذا الاسلوب المعادلة التالية :

$$\text{الوقت المتوقع لاتمام النشاط } (ن_{ع}) = \frac{أ + ٤ جـ + ب}{٦}$$

حيث أن :-

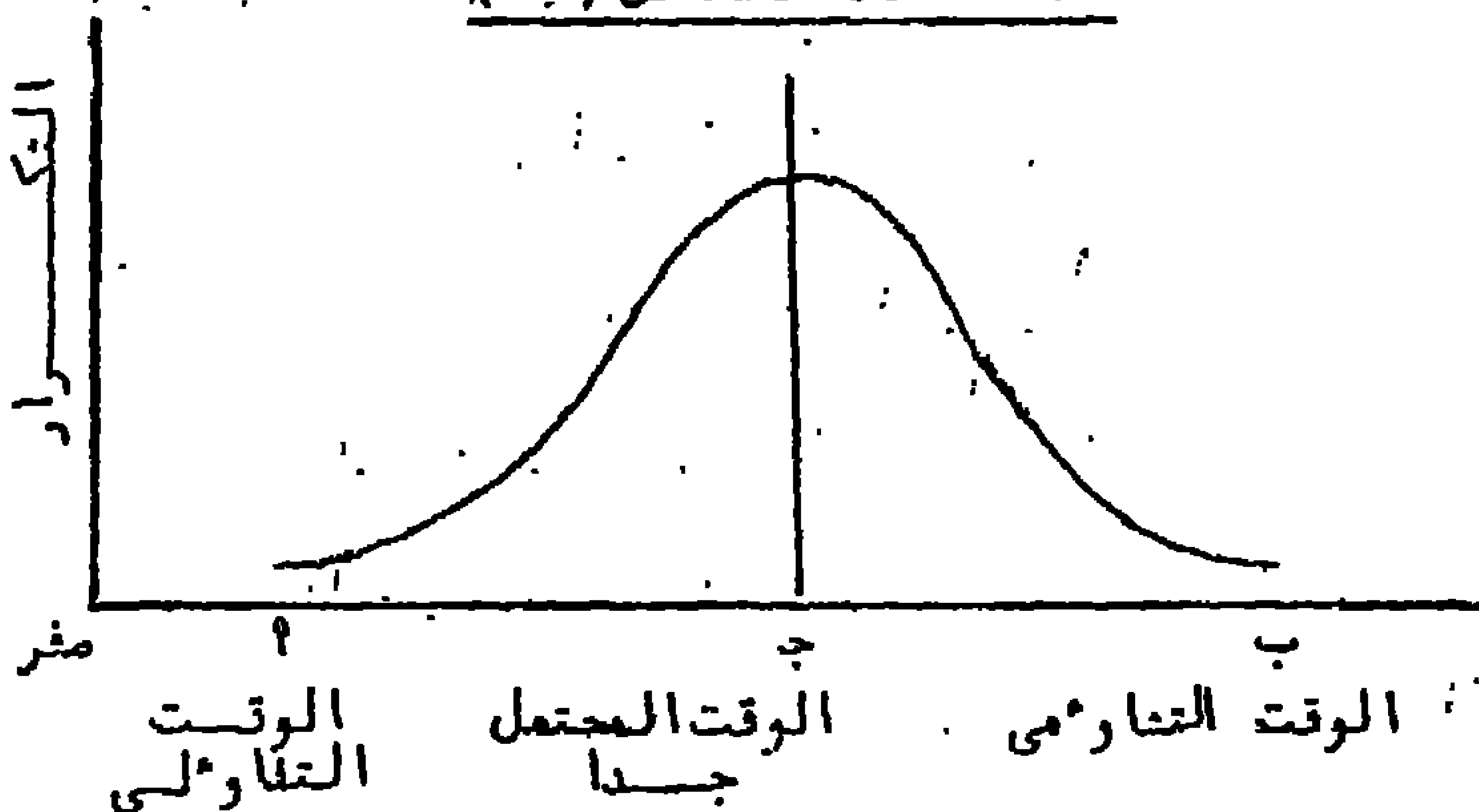
أ = الوقت التفاؤلي
ب = الوقت التشاؤمي
جـ = الوقت المحتمل جدا (الاكثر حدوثا)•

ويتم حساب التباين للنشاط باستخدام المعادلة التالية :

$$س^{٢} = \left(\frac{ب - أ}{٦}\right)^{٢}$$ ويتم حساب الانحراف المعياري بأخذ الجذر التربيعي لهذه المعادلة •

ويوضح الشكل التالي رقم (٤٧) التوزيع الاحتمالي للأوقات الثلاثة السابقة:

شكل (٤٧)



وللتوضيح نورد المثال التالي :

مثال : يوضح الجدول التالي رقم (٤٥) تقديرات الاوقات الثلاثة للانشطة المختلفة ، والمطلوب حساب الوقت المبكر لانجاز الحدث ، آخر وقت مسموح به ، الزمن الفائض ، والتباين ، وتوضيح المسار الحرج .

جدول (٤٥) : مشروع لصناعة البلاستيك .

| الانشطة | أ | جـ | ب |
| --- | --- | --- | --- |
| | الاوقات (بالساعات) | | |
| ١ ـ ٢ | ٨ | ١٠ | ١٢ |
| ٢ ـ ٣ | ٢٦ | ٢٦،٥ | ٣٦ |
| ٣ ـ ٤ | ١ | ٢ | ٣ |
| ٤ ـ ٥ | ٥ر | ١ | ١،٥ |
| ٤ ـ ٦ | ١،٥ | ١،٦٣ | ٤ |
| ٦ ـ ٧ | ٣٨ | ٣٨ | ٤٠ |
| ٦ ـ ٨ | ٤٠ | ٤٢،٥ | ٦٠ |
| ٥ ـ ٨ | ١ | ١ | ١ |
| ٥ ـ ٧ | ٤ | ٦ | ٨ |
| ٧ ـ ٨ | ٤ | ٤،٥ | ٨ |

الحل : ولحساب الزمن المتوقع يتم استخدام هذه المعادلة :

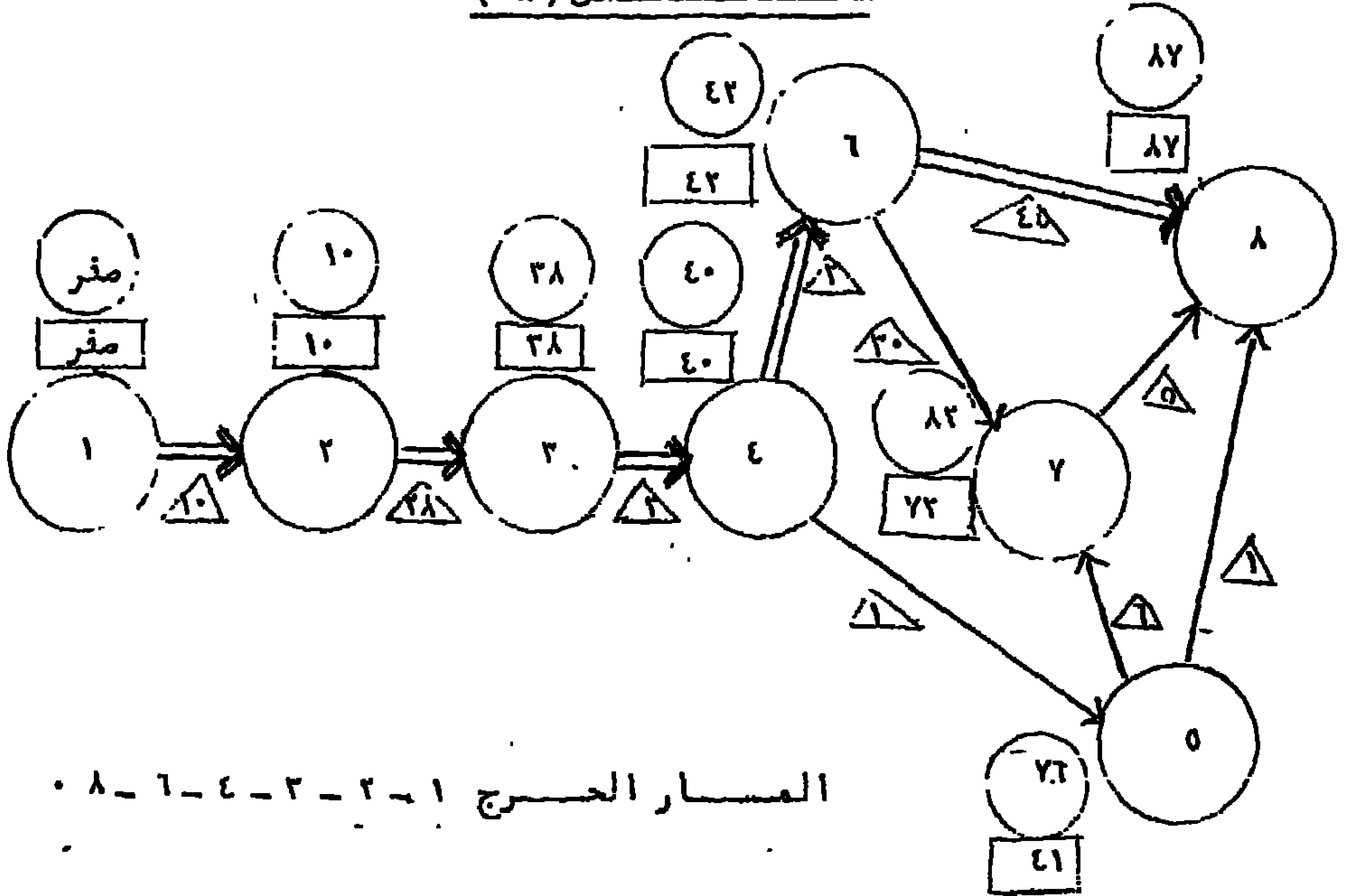
متوسط الوقت المتوقع لانجاز النشاط = $\frac{أ + ٤ جـ + ب}{٦}$

∴ متوسط الوقت المتوقع لانجاز النشاط ١-٢ = $\frac{٨ + ٤٠ + ١٢}{٦}$ = ١٠ وهكذا بالنسبة لباقي الانشطة كما هو موضح في الجدول (٤٦) . ويتم حساب التباين باستخدام المعادلة السابقة كالاتي :-

$ع^٢$ للنشاط ١ ـ ٢ = $\left(\frac{ب - أ}{٦}\right)^٢$ = $\left(\frac{١٢ - ٨}{٦}\right)^٢$ = ٤٤ر وهكذا بالنسبة لباقي الانشطة كما هو موضح في الجدول (٤٦).

ويوضح الشكل التالي رقم (٤٨) متوسط الوقت المتوقع للاحداث المختلفة ، والوقت المبكر لانجاز الحدث ، وآخر وقت مسموح به لانجاز الحدث ، والمسار الحرج .

شكل (٤٨)




جدول (٤٦):

| الانشطة | ن ع | ن م | ن خ | ن خ − ن م | ح² |
|---|---|---|---|---|---|
| ١ - ٢ | ١٠ | ١٠ | ١٠ | صفر | ٤٤ر |
| ٢ - ٣ | ٢٨ | ٣٨ | ٣٨ | صفر | ٢ر٧٢ |
| ٣ - ٤ | ٢ | ٤٠ | ٤٠ | صفر | ١١ر |
| ٤ - ٥ | ١ | ٤١ | ٧٦ | ٣٥ | ٠٣ر |
| ٤ - ٦ | ٢ | ٤٢ | ٤٢ | صفر | ١٧ر |
| ٦ - ٧ | ٣٠ | ٧٢ | ٨٢ | ١٠ | ٤ر٠ |
| ٦ - ٨ | ٤٥ | ٨٧ | ٨٧ | صفر | ١١ر١١ |
| ٥ - ٨ | ١ | ٨٧ | ٨٧ | صفر | صفر |
| ٥ - ٧ | ٦ | ٧٢ | ٨٢ | ١٠ | ٤٤ر |
| ٧ - ٨ | ٥ | ٨١ | ٨٧ | صفر | ٤٤ر |

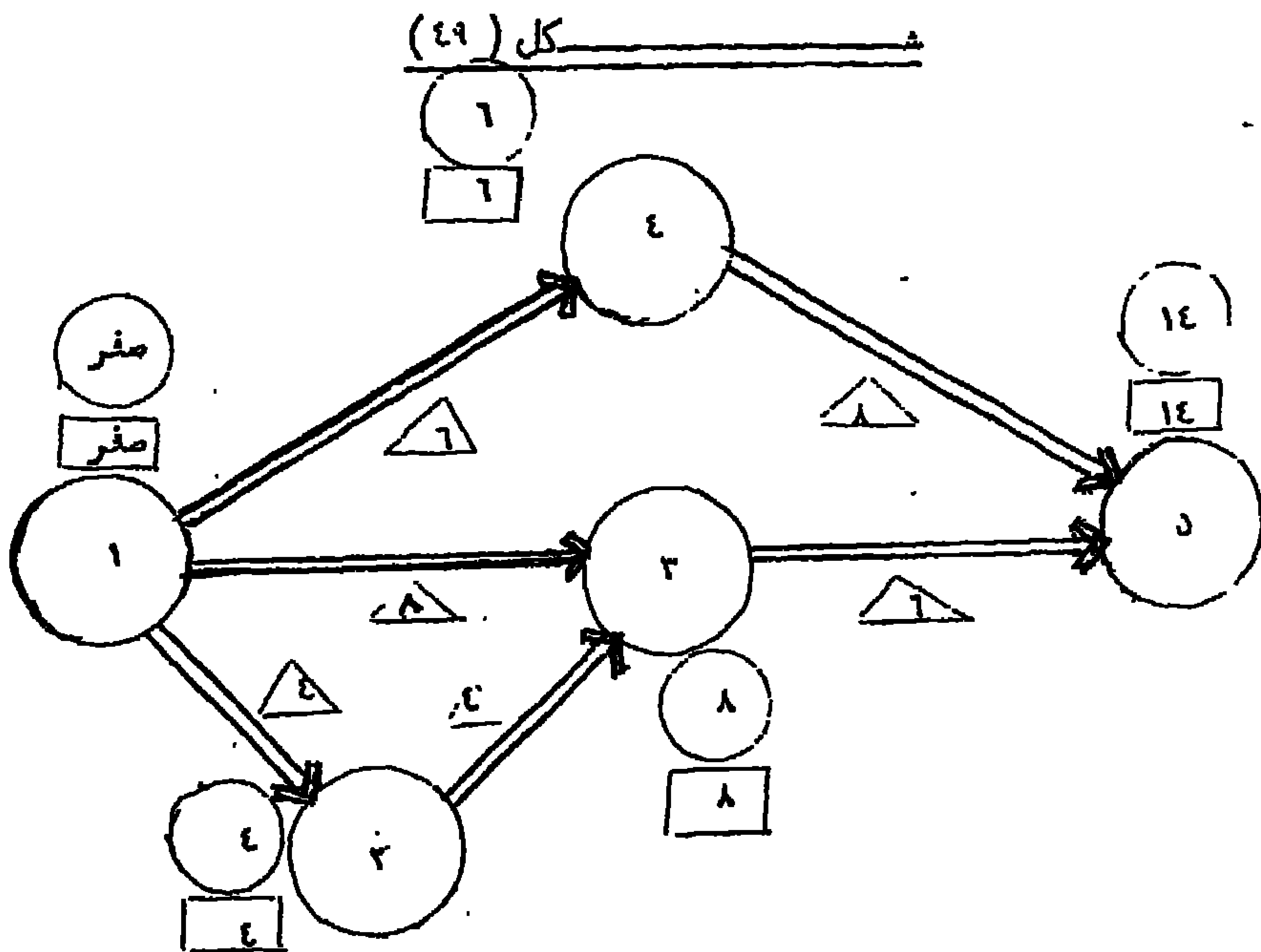
ن ع = الوقت المتوقع لانجاز الحدث

ن م = الوقت المبكر لانجاز الحدث

ن خ = آخر وقت مسموح به لانجاز الحدث

ومن الجدير بالذكر ملاحظة أنه في بعض الاحيان قد تتضمن الشبكة أكثر من مسار حرج تتساوى جميعا من حيث الوقت اللازم لانهاء كل مسار منها . مثال ذلك نجد أنه في الشكل التالي ( ٤٩ ) يوجد عدة مسارات حرجة وهي ١-٤-٥ ، ١-٢-٣-٥ ، ١-٣-٥ . ان تحليل المسارات الحرجة يعتبر على درجة كبيرة من الاهمية في عملية الرقابة وذلك عن طريق توجيه انتباه المسئولين الى تلك الاحداث الحرجه والانشطة المحتمل أن تؤدى الى تأخير إنهاء المشروع في الموعد المحدد له .

شـــــكل ( ٤٩ )



# خـرائـط دورة الـوقـت

توضح خرائط دورة الوقت كمية الوقت الذى يستغرق لانتاج منتج معين مبتدئين من علامة عدم وجود مخزون متاح . فلو أن العميل سوف يتسلم المنتج فى فترة أقل من أقصى وقت على خريطة دورة الوقت ، فانه يجب الابقاء على كميه معينه من المخزون. وتتطلب كل مادة أو مكون أو عملية تجميع بعض من وقت الوصول . فاذا بدأنا من المنتج النهائى ، فان خريطة دورة الوقت تعمل للخلف من خلال كل مرحلة أو خطوه تصنيعية ، أو عملية تجميعية ، أو شرائية وذلك لوضع خريطة لعلاقات الوقت . ويوضح شكل ( ٥٠ ) خريطة لدورة الوقت . فلو أن منتج أ يتم تجميعه من الأجزاء ١ ، ٢ المشتراه والاجزاء ٣ ، ٤ المجمعة فرعيا . ويتكون التجميع الفرعى ٣ من المكونات المصنعه ٥ ، ٦ ، ٧ ، ٨ والتى نجد أن المكون المصنع ٥ ، ٨ يصنع من الاجزاء المشتراه ٩ ، ١٠ على التوالى . وبالمثل فان التجميع الفرعى ٤ يتكون من المكونات المصنعة ١١ ، ١٢ ، ١٣ والجزء المشترى ١٤ . وأن المكونات المصنعه ١١ ، ١٢ ، ١٣ تصنع من الاجزاء المشتراه ١٥ ، ١٦ ، ١٧ على التوالى . وان العنصر الذى يسبب اختناق هو العنصر المشترى رقم ١٠ والذى يقابل ٢٠ اسبوع مع عدم الاخذ فى الاعتبار وقت الوصول . ومن الواضح أن المنظمة يجب أن تملك مخزون لو أنها سوف تقوم بالتسليم للعميل فى فترة أقل من ٢٠ اسبوع للمنتج الموضح فى شكل ( ٥٠ ). فلو أن المنظمة سوف تمنح خدمة لحظية ومؤقته ، فانه يجب الاحتفاظ بمخزون من المنتج النهائى .

ويفرض أن وقت الوصول المتاح لكل العملاء الذين يشترون المنتج النهائى هو ٨ أسابيع كما هو موضح فى شكل ( ٥٠ ). فان المخزون يمكن أن يتم الاحتفاظ به عند كل مرحله تصنيع وتجميع وأيضا لكل جزء يتم شراءه . ان المخزون يتم الاحتفاظ به فقط لبعض العناصر الحرجه ، والعناصر الاخرى يتم شراءها أو تصنيعها فقط

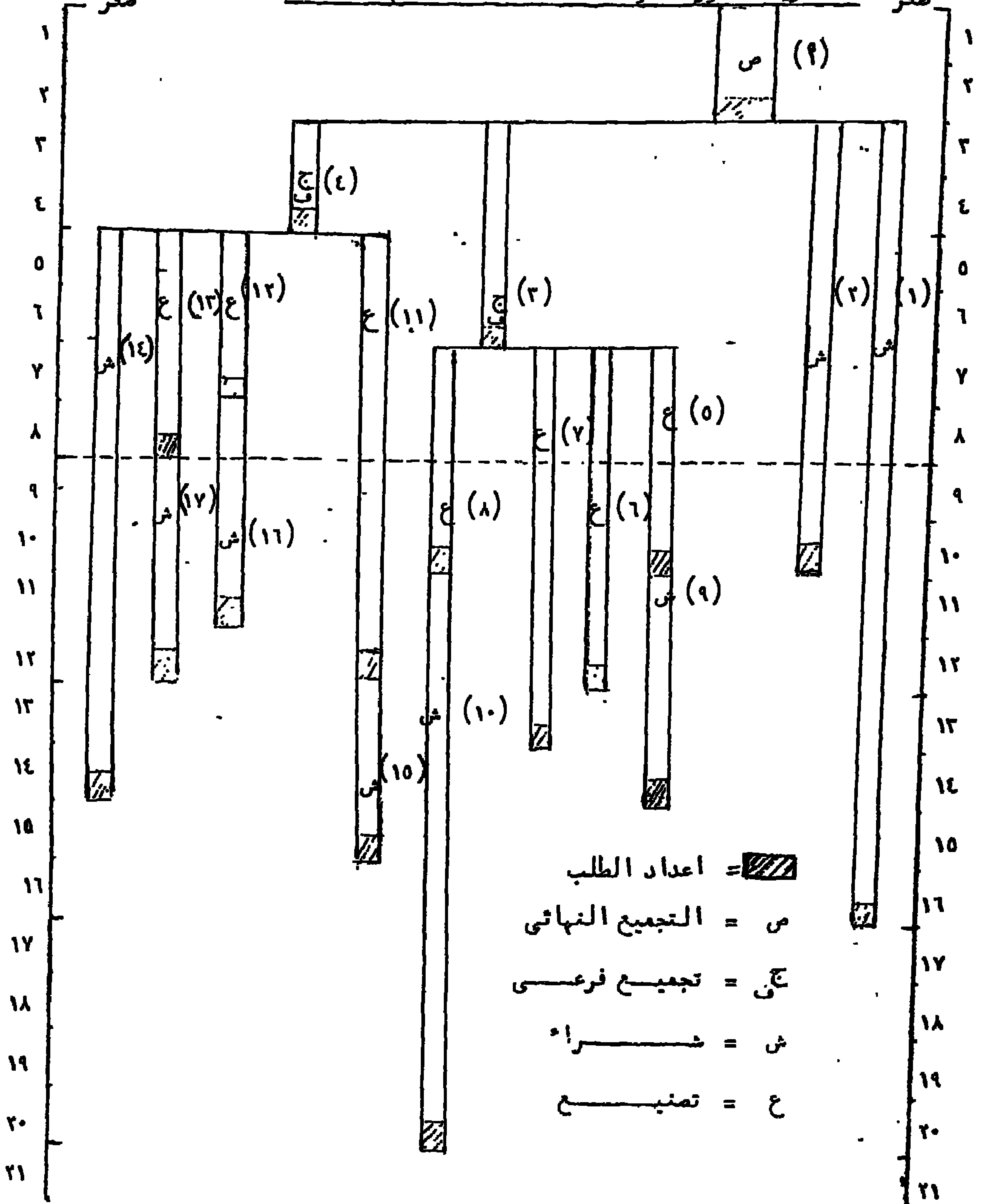
عندما يوجد طلب محدد ومعروف لتلك العناصر . ولتحديد عناصر المخزون الحرجه يتم عمل خط أفقي على خريطة دورة الوقت عند ٨ أسابيع . ان العناصر الحرجه هي تلك العناصر التي يمر عليها الخط الافقي . فاذا نظرنا الى الشكل نجد أن العناصر الحرجه هي العناصر ١ ، ٢ ، ٥ ، ٦ ، ٧ ، ٨ ، ١١ ، ١٦ ، ١٧ ، ١٤ . ونجد أن العناصر ١ ، ٢ ، ١٦ ، ١٧ ، ١٤ . عناصر حرجه مشتراه ، والباقي عناصر حرجه مصنعه (ولو أن وقت وصول المبيعات كان ١٥ أسبوع مثلا فسوف يوجد مجموعه من العناصر مختلفة عن السابق ).

وللتبسيط نفترض أن الادارة قد قررت أن ٢٠٠ وحده من كل عنصر من العناصر الحرجه سوف تكون كافية لاشباع الطلب . وحتى يتم حدوث الطلب ، فانه يجب البدأ في العمل على العناصر الحرجه لصنع المنتج النهائي . وفي نفس الوقت ، فان الطلبيات توضع لاحلال العناصر . ويتم تخطيط العمل لزيادة المخزون من العناصر الحرجه الى ٢٠٠ وحده مرة أخرى . وعندما يتم استلام طلبيات جديدة من العملاء فسوف يوجد مخزون للعناصر الحرجة والتي يمد بها الانتاج . ولو أمكن فانه يقترح أحيانا عدم الاحتفاظ بمخزون للعناصر فوق الخط (٨ أسابيع). وأحيانا قد يكون من الضروري الاحتفاظ بالمخزون حتى للعناصر فوق الخط وذلك لتحكم صفوف الانتظار في الانتاج . وكلما قرب العنصر من التسليم النهائي ، كلما زادت تكلفته (تكلفة المخزون) ، والذي يجعل الاحتفاظ بمثل هذا المخزون غير مرغوب فيه من الناحية الاقتصادية. وبالمثل ، فان المخزون لا يتم الاحتفاظ به للعناصر أسفل الخط ٨ أسابيع (أي عناصر مخزون أسفل الخط سوف لا تكون متاحة) حتى يتم مرور وقت الوصول (٨ أسابيع).

واذا نظرنا الى المثال السابق لوجدنا أنه مثال مبسط جدا ، وأن الافتراض المتعلق بالاحتفاظ بعدد ٢٠٠ وحده من عناصر المخزون الحرجه ليس صحيحا في كل الاحوال . ففي الحياة العملية يتم الاحتفاظ بمستوى أعلى بكثير من المخزون بالنسبه للعناصر ذات وقت الوصول الكبير . وعلى سبيل المثال ، فان مستوى مخزون كبير

شـــــــكل (٥٠)

خـــريطة دورة الوقـــت لمنتـــج مـــا



جب الاحتفاظ به للمكون المصنع ٨ ، والذى يتطلب مواد خام مشتراه وهى رقم ١٠ التى تتطلب ٢٠ اسبوعا للوصول وذلك بالمقارنة بالجزء رقم ٢ مثلا والذى يتطلب ت وصول اجمالى مقدارة ١٠ اسبوع فقط • فلو أنه يوجد ٢٠٠ وحده مستوى مخـــزون لوحدة المشتراه رقم ٢ ، فان مستوى مخزون ٤٠٠ وحده (٢٠٠ x ٢٠/١٠) للمكون المصنع رقم ٨ سوف يكون من المحتمل الاحتياج اليه للامداد بنفس الحماية من نفاد المخزون • فلو أن الجزء المشترى رقم (٢) هو العنصر ذو أقل وقت وصول (١٠ أسابيع)، فـــان مخزون مقداره ٢٠٠ وحده منه سوف تتطلب مخزون مقدارة ما هو موضح فى جدول (٤٧) لباقى العناصر الحرجه لنفس مستوى الحماية من نفاد المخزون •

جـــــــدول (٤٧)

| العنصر الحرج رقم الجـــزء | مستوى المخزون بالوحـــدات |
|---|---|
| ٢ | ٢٠٠ |
| ١ | ٢٠٠ x ١٦ / ١٠ = ٣٢٠ |
| ٥ | ٢٠٠ x ١٤ / ١٠ = ٢٨٠ |
| ٦ | ٢٠٠ x ١٢ / ١٠ = ٢٤٠ |
| ٧ | ٢٠٠ x ١٣ / ١٠ = ٢٦٠ |
| ٨ | ٢٠٠ x ٢٠ / ١٠ = ٤٠٠ |
| ١١ | ٢٠٠ x ١٥ / ١٠ = ٣٠٠ |
| ١٦ | ٢٠٠ x ١١ / ١٠ = ٢٢٠ |
| ١٧ | ٢٠٠ x ١٢ / ١٠ = ٢٤٠ |
| ١٤ | ٢٠٠ x ١٤ / ١٠ = ٢٨٠ |

ومن الجدير بالذكر أن خرائط دورة الوقت يمكن عملها لاى من المنتجات أو لكل المنتجات • ويعتبر مدخل دورة الوقت على درجة كبيرة من الاهمية للطلبيات التـــى تحدث على فترات غير منتظمه • وتعتبر أيضا على درجة من الفاعلية للطلبيات ذات الكميات الكبيرة والتى تحدث على فترات زمنية غير منتظمة ، وأيضا مع خطـــوط التجميع التى تنتج العديد من المنتجات أو مع خطوط الانتاج المتقطع التى تنتـــج

طلبات كبيره ولكن غير متكررة. فلو أن الطلب موحد ومستمر ، فان الانتاج يمكن أن يحدث كمساهمة للطلب ، وتعتبر خرائط دورة الوقت أقل أهمية فى هذه الحالة.

وتعتبر خرائط دورة الوقت أداه هامة لرقابة مستويات المخزون عندما يتم خدمة العملاء فى وقت أقل من أقصى وقت وصول . ان الخريطة أداة هامة أيضا للتخطيط للانتاج المستمر حيث أن الانتاج يكون للتخزين وبناء على تقدير الطلب . ان التخطيط والتوقيت لكل العناصر يجب أن يبنى على علاقات وقت الوصول . وهذه المعلومات يمكن الحصول عليها من خريطة دورة الوقت . ولذلك فان خريطة دورة الوقت تخدم كل من التخطيط والرقابة على الانتاج . وحتى فى حالة الانتاج المتقطع والذى لايتم فيه الاحتفاظ بمخزون نهائى ، فان خريطة دورة الوقت تصبح مستند جدولى وتخطيطى للانتاج .

وكما تم توضيح كيفية استخدام خرائط دورة الوقت لرقابة مستويات المخزون فانه يمكن إستخدام النسب الحرجه فى رقابة مستويات المخزون وفى التخطيط والجدولة للطلبيات والعمليات وخلافه بطريقة أكثر كفاءة . وعموما فانه لتخفيض مستويات المخزون تحت افتراض أن تكلفة كل من المواد والعمالة يمكن التحكم فيها بطريقة ملائمة ، فانه من الضرورى تخفيض وقت دورة التصنيع . ان وقت دورة التصنيع هو الوقت الذى ينفقه العنصر المطلوب فى العمليات الصناعية . فاذا تم تخفيض وقت الدورة ، فان الاستثمار فى المخزون عادة ما يمكن تخفيضة بنسبة مباشرة .

ويشتمل وقت دورة التصنيع على خمس عناصر أساسية وهى :

(١) وقت التجهيز : فترة اعداد المادة الخام ، الاله ، أو محطة العمل لاداء عملية ما.

(٢) وقت التشغيل : الفترة المطلوبه لاداء كل العمليات الانتاجية.

(٣) وقت التحرك : الفترة التى أثناءها يحدث النقل من نقطة فى المخزن إلى نقطة أخرى فى المخزن أو بين العمليات التنفيذية.

(٤) وقت الفحص : الفترة التى تتم أثناءها عمليات الاختبار والفحص.

(٥) الوقت العاطل : الفترة التي لا يوجد فيها نشاط وأثناءها توجد عملية انتظار لواحد أو اكثر من العناصر السابقة حتى يأخذ مكانه.

واذا نظرنا الى تلك العناصر الخمس السابقة لوجدنا أنه لكي يتم تخفيض وقت دورة التصنيع فانه يمكن أن يتم ذلك عن طريق التحكم في فترة الوقت العاطل . ففي بعض الصناعات قد يكون الوقت العاطل أكبر العناصر الخمسة السابقة في دورة التصنيع . وينشأ الوقت العاطل من عملية الانتظار من أجل استخدام الآلة أو مركز العمل ، الانتظار من أجل القيام بعملية الصيانه ، بعض الاعمال قد تحصل على الاسبقية والاولوية في العمل عليها أولا ، تخزين الادوات ، المواد ، أو المعلومات ، تعطل الالة ، غياب بعض العمال وخلافة من الاسباب( Tersine, 1976) .

واذا نظرنا الى الاسباب السابقه والتي تؤدى الى وجود الوقت العاطل لرأينا أنها ترجع بطريقة مباشرة أو غير مباشرة الى عدم كفاءة التخطيط والجدولة . ولتخفيض الوقت العاطل ، فانه من الضرورى التخطيط والجدولة للعمليات بطريقة أكثر كفاءة. ومن الطرق التي تستخدم لجدولة العمليات هي الجدولة باستخدام النسبة الحرجه. فكل الاعمال يمكن ترتيبها في قائمة بناء على نسبتها الحرجة وتلك العمليات التي تملك نسبة حرجة منخفضة تعمل أولا . وتحدد النسبه الحرجة كالاتي :

$$\text{النسبه الحرجة} = \frac{\text{الوقت الباقي حتي يتم الانتهاء من العمل}}{\text{الوقت الحقيقي المحتاج الية للانتهاء من العمل}}$$

ويمكن تخفيض الاستثمار في المخزون أيضا عن طريق تخفيض الوقت العامل لدورة التصنيع . ان الوقت العامل والذي يكون العنصر الاساسي من وقت دورة التصنيع يمكن تخفيضة عن طريق استئصال مواقع الاختناقات عموما في الانتاج . ويمكن تخفيض مواقع الاختناقات عن طريق التخطيط والجدولة بطريقة أكثر كفاءة للعمليات الانتاجية. وان تخفيض ( الاختناقات ) أو معوقات الانتاج في كل محطة عمل ينتج عنها

انتظار ، لا يؤدي الى تقليل الوقت العامل فقط بل يؤثر أيضا على تخفيض الوقت العاطل .

ويمكن عموما تخفيض مستويات المخزون في المنظمات الصناعية عن طريق تحقيق الاتـــــــى :

(١) استخدام زيادات الوقت المتوافقه مع المتطلبات الحقيقية للعمل . فمثلا فان استخدام الاسابيع ليس ملائما للاعمال التى تتطلب في الحقيقه يوم أو أثنين . ان زيادة الوقت بطريقة كبيرة يمكن أن تؤدى الى كبر وقت الدورة .

(٢) الجدولة الكفيء للعمليات المتعلقة بتسليم المواد المشتراه بحيث تكون قريبة كلما أمكن من تاريخ البدأ في العملية الاولى المطلوبه ، ورفض قبول تسليـــــم العناصر التي تصل ويوجد بها زيادة عن الحدود المعقولة والمتعارف عليها .

(٣) السماح بزيادات صغيرة للمدخلات المستخدمة للطلبيات المختلفة ويمكن تكملتها في الفترة القصيره . إن ازدحام أرضية المصنع بالاعمال التى تبدأ مبكرا ســـوف تساعد على خلق اختناقات ووجود خطوط انتظار صناعية في مراكز العمل الاخرى ، فلا يتم السماح بالانتاج اذا لم يكون كل من المواد ، والادوات ، والخدمات المدعمه متاحه بالكميات المطلوبه .

(٤) ان يتم سحب المواد من المخازن في مواعيد قريبة كلما أمكن من تاريخ التنفيذ المطلوب . وهذه العملية تساعد على حفظ المواد تحت الرقابة حتى يتم الحاجـــه اليهـا ...................... الـــخ .

# الفصل الثاني

## ادارة المخزون

## نموذج تحديد الكميات الاقتصادية للطلب

## مقدمــــــــة

يعد مجال رقابة المخزون من أهم مجالات رقابة الانتاج • وفى هذا الفصل نتعرض لمفهوم وأهمية ادارة ورقابة المخزون في مجال الانتاج.والقرارات والنماذج العلميه لرقابة المخزون وتطبيقها فى مجال الانتاج.وذلك بشئ من الاختصار نظرا لانها موضوع كتاب بأكمله• ولكن ما يهمنا فى هذا الخصوص هو ايضاح كيفية استخدام الادوات والنماذج العلميه لرقابة المخزون وربطها بالتطبيقات العمليه فى مجال الانتـــاج• وذلك بما يمكن من سد الهوة بين المفاهيم والنماذج المتعلقه برقابة المخزون وبين التطبيقات العمليه لها فى مجال الانتاج • ولا يخفى أن المقصود من وراء ذلك هـو القيام بمهام رقابة المخزون فى مجال الانتاج على الوجه المرغوب •

ان ذلك ينبغى أن يتم وفقا لخطة محكمه لادارة المخزون بما يمكن من تحقيـــق الاهداف المرغوبه للانتاج (وليست المتاحه) على الوجه الامثل • ولعل أهم جوانـــب تلك الخطه هو التخطيط للكميات الاقتصاديه الواجب شراؤها بحيث يمكن ذلك مـــن تلافى مشكلة نفاد المخزون وفى نفس الوقت يمكن من خفض تكاليف المخزون لمـــواد الانتاج الى أقل حد ممكن • بما ينعكس أثره على انخفاض تكاليف الإنتاج وزيـــادة العوائد للمنشأه وما يترتب على ذلك من تتابعات على رفاهة المنشأه والعاملين •

وسوف يكون هذا الفصل محورا للتحليل لنموذج الكمية الاقتصاديه للشراء• أما الفصل التالى فسوف يخصص لتناول نموذج الكمية الاقتصاديه للانتاج بما يمكن مـــن تلافى نفاد المخزون وخفض تكاليف المخزون بحيث يساهم ذلك فى خفض التكاليـــف الاجماليه وزيادة عوائد المنشأه•

# مفهـوم وأهميـة ادارة ورقـابة المخـزون

ان الهدف الرئيسى من ادارة المخزون يتمثل فى مواجهة الطلبات المختلفة فى مواعيدها وبالتالى اشباع حاجات المستهلكين فى الوقت الملائم . ان جزءاً هاما من المخزون فى المنشآت الصناعية يكون عبارة عن أصول سائلة فى شكل سلع كاملة الصنع والتى يمكن تحويلها الى نقود إذا ما تم بيعها . فالغرض الرئيسى من الاحتفاظ بالمخزون فى هذه الحالة هو مواجهة الطلب على ذلك النوع من السلع فى الوقت الذى ينشأ فيه. وحقيقة نجد أن الطلب قد يكون معروفا الى حد ما ، أما الوقت الذى يحدث فيه ذلك الطلب فقد لا نستطيع تحديده بدرجة عالية من الدقة والتأكد. ولمواجهة ذلك تقوم المنشأة بالاحتفاظ بالمخزون فى صورة سلع نهائية تامة الصنع ( Chacko, 1976 ).

ان الفشل فى تسليم الطلبات فى مواعيدها المحددة يوءدى الى خسارة لكل من المنشأة والمستهلك ، ولذلك فان الهدف الأساسى للنظام الكفء للرقابة على حركة المخزون خلال دورة التصنيع هو منع حدوث مثل تلك المشكلة. ويكون دور الرقابة هو الابقاء على مستويات للمخزون بالكمية والجودة المناسبة وفى الوقت والمكان الملائم ، على أن يحقق معدل دوران المخزون للعمليات المختلفة أعلى عائد للمنشأة.

إن إدارة المخزون تعتبر ذات أهمية قصوى ، ويمكن تقسيمها الى قسمين رئيسين وهما تخطيط المخزون ورقابة المخزون . والقسم الأول وهو تخطيط المخزون يتضمن الاتى ( Amirne, et. al., 1975 ):

(١) تحديد الحجم الأمثل من المخزون الواجب الاحتفاظ به ، وأيضا تحديد الاجراءات اللازمة لتسوية وضبط المخزون .

(٢) تحديد درجة الرقابة المطلوبة لتحقيق أفضل النتائج .

(٣) تخطيط وتصميم نظام الرقابة على المخزون .

(٤) التخطيط من أجل تنظيم رقابة المخزون ..... الخ .

أما القسم الثانى من ادارة المخزون وهو الرقابة على المخزون فان من أهم ما يشتمل عليه ذلك القسم هو رقابة المخزون لمواجهة المتطلبات اليومية للعمليات الانتاجية المختلفة. إن المسئولين عن الرقابة على المخزون يمارسون عملهم لوضع الخطة موضع التنفيذ ، ونادرا ما تحتوى الخطة على كل التفاصيل . ولذلك يعتبر التخطيط للعمليات اليومية ذو أهمية قصوى . والغرض من الرقابة هو تسجيل واعداد تقارير عن العمليات المختلفة لحركة المواد ومدى تأثيرها على مختلف أنواع المخزون ، ثم القيام بالمقارنة بالخطة الموضوعة لمعرفة الانحرافات ان وجدت واتخاذ الاجراءات اللازمة للتصحيح . وعلى ذلك نجد أن إدارة المخزون تركز على أهمية الاحتفاظ بالكميات المناسبة من المخزون .

إن من أهم العوامل التى تؤثر على ادارة ورقابة المخزون مايلى ( Thornton & Preston, 1977 ):

(١) نوع السلعة المنتجه من حيث كونها سلعة استهلاكية أم سلعة صناعية.

(٢) نوع نظام الانتاج وما إذا كان نظاما مستمرا أم نظاما متقطعا .

(٣) حجم الكمية التى سيتم انتاجها .

وعلى ذلك فانه توجد بعض الاعتبارات التى توجب الاحتفاظ بالمخزون سواء كان فى صورة مواد أولية أو سلع شبه مصنوعة أو سلع كاملة الصنع. ومن أمثلة تلك الاعتبارات الاتى :

(١) تعتبر حركة وعمليات المخزون ضرورية وذات مغزى لمواجهة الاحتياجات حينما يكون الوقت اللازم لانتقال السلع من مكان الى آخر كبير .

(٢) ان الغرض الاساسى من الاحتفاظ بالمخزون يتمثل فى مواجهة المتطلبات اللازمة للعمليات الانتاجية ، وأيضا مواجهة الطلب سواء كان مرتفعا أم منخفضا

( Demmy & Nohmias, 1981 ). وهنا نجد أن البعض قد يقومون بالمقارنة بين الشراء بكميات صغيرة لتقليل حجم الاستثمارات المالية في المخزون ، أو الشراء بكميات كبيرة للاستفادة من خصم الكمية ومن ثم خفض التكاليف ( Thierauf & Klekamp , 1975 ).

(٣) حينما يكون الطلب موسمي لأحد السلع ، فإنه يكون أكثر فائدة من الناحية الاقتصادية للمنشأة أن تقلل على قدر الامكان من التقلبات وذلك عن طريق الاحتفاظ بأحجام معينه من المخزون .

(٤) يكون الاحتفاظ بالمخزون لمواجهة التقلبات ضروري حينما يكون من المطلوب الوفاء باحتياجات ومتطلبات المستهلك في حينها ، ويتطلب ذلك تخفيض معدل نفاد المخزون الى أدنى حد ممكن . ولذلك فان احتياطي المخزون يعتبر ضروريا لمواجهة التقلبات الزائدة في الطلب عن معدلات الطلب المتوسط (Thierauf & Grasse , 1970 ).

(٥) تخفيض التكاليف والاعباء الناتجة عن نفاد المخزون يعتبر أيضا من الاعتبارات الاساسية للتخزين والتي توجب الاحتفاظ بمستوى كافي من المخزون. وطالما أن المخزون يتطلب استثمار للأموال فإن أحد المشكلات الرئيسية لمراقبة المخزون هي تقرير الحجم الامثل من المخزون الذي يمكن من خفض تكاليف الانتاج الى أدنى حد ممكن . وفي نفس الوقت الاحتفاظ بمخزون كافي لمواجهة طلبات المستهلك ويتطلب ذلك تخفيض وقت التأخير في الوفاء بالطلبيات . وتجدر الاشارة الى أن المستهلك قد يفضل الحصول على المنتج في وقت طلبه بدلا من الانتظار بضعة أيام حتى يمكنه الحصول عليه ، وعادة ما يكون المستهلك على استعداد لتحمل التكاليف المقابلة لذلك وبالتالي يكون هناك امكانية لتغطية التكاليف الناتجة عن وجود مستويات أعلى من المخزون لمنع نفاده حيث يمكن ادراج تلك التكاليف ضمن سعر المنتج ( Hill & Curran, 1970 ).

## القرارات الاساسية للمخزون

إن الاهتمام الاساسي للادارة يتضمن تطوير سياسات فعالة للمخزون وذلك بغرض تخفيض التكاليف الجارية للمنشأة . ولذلك يجب اتخاذ قرارات أساسية متعلقة بالاتي :-

(١) تحديد الكمية التي يجب أن تطلب في كل مرة والوقت الذي يتم الطلب فيه .

(٢) تحديد الكمية الاقتصادية التي يجب انتاجها .

ولتحقيق هذه القرارات فان المنشأة قد تنهج أحد منهجين : الأول ، القيام

بالشراء بكميات كبيرة لتخفيض تكاليف الاعداد والاستلام للطلبية. والثاني ، القيام بالشراء بكميات صغيرة وذلك لتخفيض التكاليف المتعلقة بالاحتفاظ بالمخزون . ولكن اذا نظرنا الى واقع الأمر لوجدنا أن ذلك قد يصاحب بتتابعات سالبة فيما يتعلق بالعوائد على الاصول . والمدخل الافضل من حيث العوائد ينبغي أن يكون المدخل الوسط بين هذين الحدين كما سيتضح فيما يلي :

ان المحددات الاساسية للاستثمار في المخزون تتمثل في الاتي ( Weston & Brigham, 1971 ):

(١) مستوى المبيعات .

(٢) المستوى الفني للعمليات الانتاجية .

(٣) طول العمر مقابل التقادم للمنتج النهائي .

ونظرا لأهمية القرارات الاساسية للمخزون والمشار اليها أعلاه ، فاننا سنقوم بايضاحها تفصيلا فيما يلي :

## تحديد الكمية الاقتصادية ووقت الطلب

ان الهدف من ادارة المخزون هو الاحتفاظ بالكميات المناسبة من المواد والمؤن ، والبضائع الجاهزة في المكان المناسب والوقت المناسب وبأقل التكاليف . ولتحديد الكمية الاقتصادية لابد من معرفة التكاليف المرتبطة بالاحتفاظ بمستويات معينة من المخزون وهي تكاليف الاعداد والاستلام للطلبية ، تكاليف الاحتفاظ بالمخزون وتكاليف نفاد المخزون . وفيما يلي نقوم بشرح كل نوع من هذه التكاليف على حدة :

<u>تكاليف اعداد واستلام الطلبية</u> " Ordering Cost " : إن هذا النوع من التكاليف ينشأ نتيجة لطلب المنشأة الحصول على المواد ، فهذه التكاليف تحدث في كل مرة تطلب فيها المنشأة مواد أولية أو خلافه . وهذه التكاليف تبدأ حينما تعد المنشأة طلبا للشراء وبعد ذلك تتابع هذا الطلب حتى تحصل على المواد

المطلوبة. فهذه التكاليف تشتمل على التكاليف التى تنفقها المنشأة منذ كتابة طلب الشراء وحتى وصول المواد داخل المخازن ( Thierauf & Grass, 1970 ).

ويفترض أن تكاليف الاعداد والاستلام للطلبية الواحدة يكون ثابت بغض النظر عن حجم الطلبية. ويشتمل اجمالى التكاليف عند شراء المواد الخام أو خلافه على التكاليف المكتبية المتعلقة باعداد الطلب وتلك المتعلقة بالاستلام وفحص البضاعة (أو المواد) حين وصولها الى المخازن ( Vanttorne, 1970 ). ان تكاليف الاعداد والاستلام تقل حينما يقوم المورد باعطاء خصم الكمية بناء على حجم الكمية المشتراه. وأيضا نجد أنه كلما كان حجم الطلبية كبيرا كلما قلت تكلفة الحصول على الوحدة الواحدة ( Hill & Curran, 1970 ). فنجد أن ذلك النوع من التكاليف يختلف تبعا لنوع المورد الذى تلجأ المنشأة الى التعامل معه، فهو إما أن يكون مورد داخلى أو مورد خارجى . وهذه التكلفة تكون فى صورة مبلغ معين لكل طلبية أو نسبة من قيمة الطلبية وتشتمل تلك التكاليف على ما يلى :-

(١) فى حالة المورد الداخلى (أحد الاقسام الانتاجية داخل المنشأة)، تشتمل التكاليف فى تلك الحالة على التكاليف الادارية والمكتبية والتكاليف المختلفة المتعلقة باعداد الآلات بما فى ذلك تكاليف الوقت المستغرق فى اعداد الآلات قبل الانتاج وغيرها.

(٢) فى حالة المورد الخارجى تشتمل التكاليف فى تلك الحالة على التكاليف الادارية والمكتبية ، وهذه تشتمل على تكلفة جميع الرسائل المتبادلة بين المشترى والبائع ، وكذا تكلفة الفواتير ومراجعتها وقيدها فى الدفاتر المحاسبية، وتكلفة نقل الطلبية ، وتكلفة التفريغ والاستلام والفحص للطلبية وغيرها.

وفى معظم المنشآت توجد صعوبة فى التحديد الدقيق للتكاليف المتعلقة بالاعداد والاستلام ولكن من الممكن القيام بوضع تقدير لذلك النوع من التكاليف

من خلال ملاحظة كيفية تغير التكاليف في حالة الارتفاع أو الانخفاض الكبير في عدد الوحدات للطلبية. وبهذه الطريقة تستطيع المنشأة تقدير تكاليف الاعداد والاستلام للطلبية التي تستخدم في حساب الكمية الاقتصادية للمخزون .

تكاليف الاحتفاظ بالمخزون " Carrying Cost " : وينشأ هذا النوع من التكاليف نتيجة لاحتفاظ المنشأة بالمخزون من أجل ادارة وتشغيل الآلات أساسا . ولذلك فان تكاليف الاحتفاظ بالمخزون تنشأ أساسا نتيجة للاستثمارات في المخزون . وكذا فان هذا النوع من التكاليف تتغير بتغير الاستثمارات في المخزون Thornton ) & Preston , 1977 ). ويجب الاشارة الى أن هذا النوع من التكاليف يتضمن تكلفة الفرصة الضائعة على المنشأة نتيجة الاستثمار في المخزون ، والتي تتمثل في قيمة العائد الذي يمكن أن تحصل علية المنشأة من استثمار رأس المال العامل (المستثمر في المخزون) في مجال آخر ( Hill & Curran, 1970 ).

ونجد أنه يفترض ثبات ذلك النوع من التكاليف لكل وحدة من وحدات المخزون خلال فترة معينة. ولذلك فان اجمالي التكاليف المتعلقة بالاحتفاظ بالمخزون لمدة معينة يكون عبارة عن متوسط عدد الوحدات المخزونه لمدة معينة مضروبا فـــي تكلفة الاحتفاظ بالمخزون للوحدة للواحدة . ويوضع ذلك النوع من التكاليف علـى أساس سنوي ويعبر عنه في صورة نسبة مئوية أو مبلغ معين من قيمة الوحدة المخزونة أو التكلفة المباشرة وتشمل فائدة رأس المال المستثمر في المخزون ، وتكلفـة التخزين والمناولة وتتمثل في مهايا وأجور العاملين بالمخازن ، وتكلفة مساحـة المخازن سواء في صورة ايجار أو استهلاك لمبانية ، وتكاليف الاضاءة والتدفئـة ، والتكاليف المتعلقة بالتلف ، وتكاليف التأمين والضرائب ، وأيضا التكاليـف المتعلقة بادارة نظام المخازن ( Vanttorne, 1972 ).

تكاليف نفاد المخزون " Outage Cost " ينشأ هذا النوع مـن

التكاليف في حالة نفاد بعض السلع قبل اشباع الطلب على تلك السلع . ويوجد نوعين من تكاليف نفاد المخزون :

أولا : تكاليف نفاد المخزون فى حالة عدم توافر بعض السلع أو المواد لمواجهة المبيعات أو لمواجهة جداول الانتاج ، ولكن يمكن الحصول عليها من خلال استخدام اجراءات طارئة ومستعجلة. وفى تلك الحالة يستلم العميل أو القسم المنتج للسلع أو المواد الخام ، ولكن المورد يضيف بعض التكاليف وذلك نظرا لقيامه بتوريد تلك المواد وجعلها للعميل على وجه السرعة. وبذلك لا يخسر المنتج الطلبية ويضمن وصولها بحيث لا يتوقف خط الانتاج .

ثانيا : تكاليف نفاد المخزون فى حالة السلع التامة الصنع ، اذا كان العنصر غير متاح وفى نفس الوقت لا يمكن الحصول عليه من خلال استخدام اجراءات مستعجله وطارئه. ففى تلك الحالة يفقد المنتج الطلبية وغالبا ما يخسر أكثر من ذلك . فنجد أن المنتج لا يخسر فقط العائد الذى كان من الممكن أن يتحقق من البيع ، وانما قد يؤدى ذلك أيضا الى فقد سمعته التجارية وذلك اذا قام المستهلك أو العميل بالتحول الى المنتجين المنافسين لشراء ما يريده ، وما يترتب على ذلك من استمراره فى التعامل مع المنتجين المنافسين فى المستقبل . وقد تحاول بعض المنشآت التغلب على ذلك عن طريق منح المستهلك سلع بديلة بأسعار معقولة أو القيام بالشراء من المنافسين لتقديم الانواع التى يرغبها المستهلك .

ومن جهة ثانية فان عملية نفاد المخزون قد تؤثر على قسم الانتاج ، وقد يؤدى ذلك الى توقف كامل لخط الانتاج فى بعض الاحيان مما يؤدى الى توقف العمال والآلات عن العمل وما يترتب عليه من تكاليف . ويلاحظ أن تلك الانواع من التكاليف من السهل نسبيا حسابها بالمقارنه بتلك الانواع من التكاليف الناشئة نتيجة نقد المبيعات ( Garrett & Sliver, 1975 ).

## الافتراضات اللازمة لتحديد الحجم الاقتصادى للطلبية

قبل تحديد الحجم الاقتصادى للطلبية يجب أولا معرفة الافتراضات التى يبنى عليها نموذج المخزون لتحديد الحجم الاقتصادى ، ومن تلك الافتراضات التى يجب أخذها فى الاعتبار الآتى ( Levin, et. al., 1972 ):

(١) ان حجم الطلب السنوى على المخزون معروف ومحدد مسبقا • وعليه فان الطلب السنوى يفترض ثباته دون تغير خلال الفترة الزمنية تحت الدراسة•

(٢) ان استلام الطلبيات من قبل المنشأه يتم دائما فى المواعيد المقررة دون تأخير ، وهذا يعنى أن موعد استلام الطلبيات ثابت خلال الفترة الزمنية المحددة•

(٣) ان تكاليف اعداد واستلام الطلبية لا يتغير بغض النظر عن حجم الطلبية•

(٤) ان سعر الوحدة الواحدة من المخزون لا يتغير خلال الفترة الزمنية تحت الدراسة• وعلى الرغم من أن السعر يشترط فيه أن يكون ثابتا ، فقد يكون هناك خصم للكمية يقدمه المورد للمنشأة بقصد ترغيبها فى زيادة حجم الطلبية•

(٥) ان كافة مستلزمات عملية التخزين (من مخازن وأموال وعمال وأدوات وخلافه) متوافرة لدى المنشأة لمواجهة الاحجام المختلفة للطلبيات أيا كان نوعها والفترات التى يتم فيها الاستلام •

(٦) ان الحجم الاقصى للطلبية يجب ألا يتجاوز حجم الاستهلاك السنوى للمخزون •

## النموذج الاساسى للمخزون

لتحديد الحجم الاقتصادى للطلبية يجب أن تتوافر الشروط السابقة تبعا لهذا النموذج • وقبل البدء فى تحديد الكمية الاقتصادية فاننا نبدأ بايضاح بعض النقاط الهامة اللازمة لذلك •

## متوسط المخزون

لحساب متوسط المخزون نفترض الاتى : (١) أن معدل الطلب ثابت ومعروف لدى متخذى القرار ، (٢) أن معدل الوقت اللازم لتسليم (حفظ) الطلبية (أى الوقت بين طلب الطلبية واستلامها) معروف. فاذا كان معدل الاستخدام ثابت خلال الفترة المحددة (ولتكن سنة) ولا يوجد مخزون للأمان ، فيمكن أن نعبر عن متوسط المخزون بأنه متوسط الكمية الاقتصادية أى $ك_١ / ٢$ حيث أن $ك_١$ عبارة عن حجم الطلبية الواحدة بالوحدا ويجب ملاحظة أنه فور استلام طلبية جديدة مباشرة سيكون فى المخازن حجم معين من المخزون مساويا بالضبط الى $ك_١$ وعند نفاد الكمية سوف لا يكون فى المخازن أية مواد متبقية (أى أن حجم المخزون يكون صفر) ، وعند تلك النقطة تصل الطلبية الجديدة فى الحال ويصل حجم المخزون مرة أخرى الى $ك_١$ ، وهكذا خلال الفترة الزمنية المقدرة.

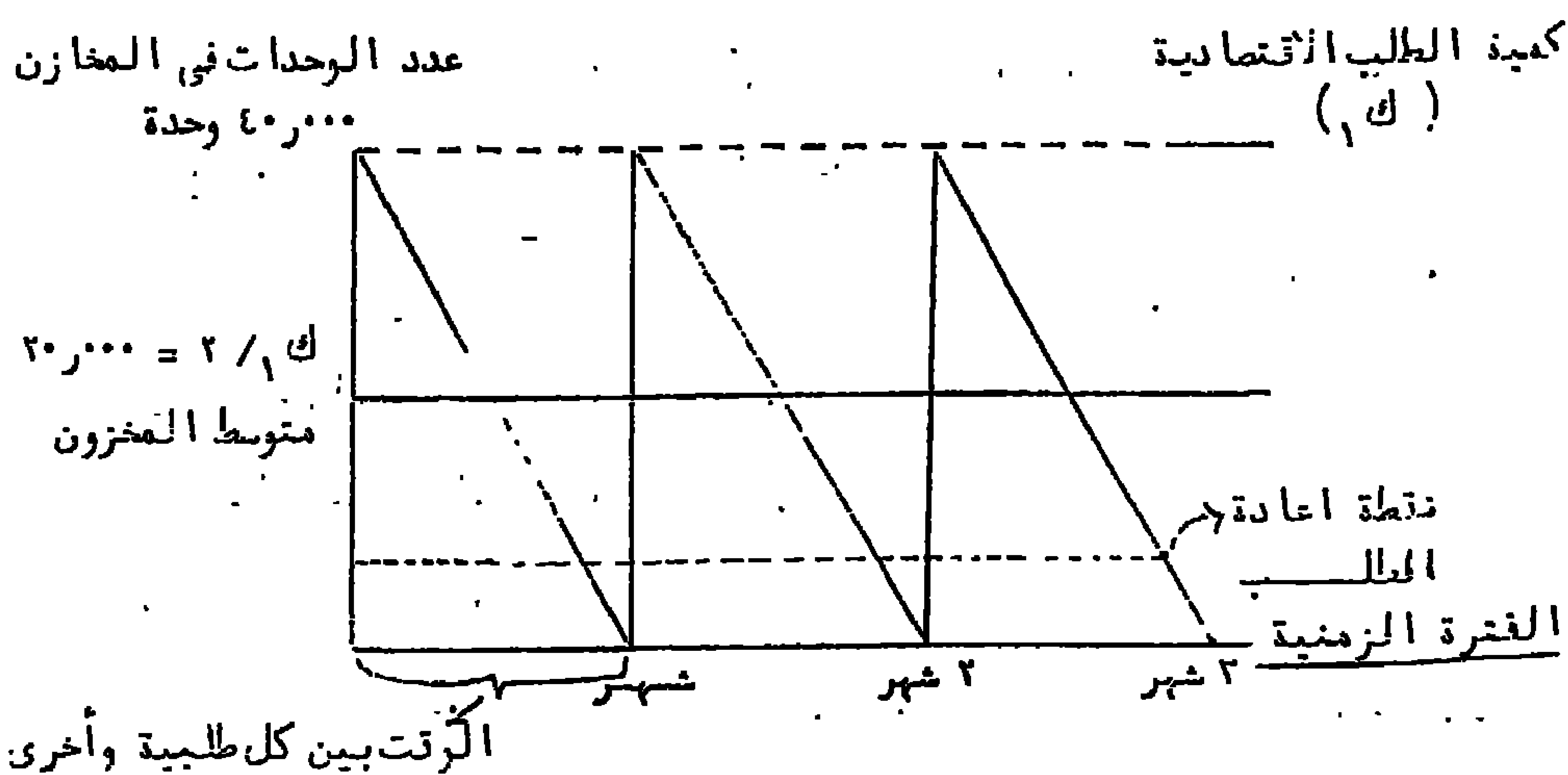
وعلى ذلك فان معدل الوقت للاحتفاظ بالمخزون يتم معرفته من خلال معرفة عدد مرات الشراء السنوى والتى تساوى $ك / ك_١$ حيث أن ك تمثل حجم الاستهلاك السنوى . فاذا فرض أن حجم الاستخدام أو الاستهلاك السنوى ٤٨٠٫٠٠٠ وحدة وأن عدد الوحدات للطلبية الاقتصادية ٤٠٫٠٠٠ وحدة ، فان عدد مرات الشراء تكون اثنى عشرة مرة سنويا ويكون متوسط المخزون مساويا ٢٠٫٠٠٠ وحدة كما هو موضح بالشكل (٥١).

واذا نظرنا الى تلك الافتراضات المبنى عليها حساب الكمية الاقتصادية وحساب متوسط المخزون لوجدناها افتراضات غير واقعية وقد لا تحدث فى الواقع العملى مما يجعل النموذج الرياضى لا يتوافق مع ما يحدث عند التطبيق العملى ، وهنا تظهر الفجوة بين النظرية والتطبيق العملى ، حيث يجب أن تتوافق النظرية مع التطبيق والا فاننا نواجه بالفراغ الادارى . ومن هنا فان السعى وراء محاولة التغلب على الافتراضات أمر ضرورى وعلى درجة من الاهمية لسد الفراغ الادارى . فكما تم ايضاحه

في مراتب مختلفة أن وجود الفجوة بين النماذج والتطبيق العملي يعتبر احد الاسباب وراء وجود نزاع اداري • وسوف نوضح فيما بعد كيفية التغلب على بعض الافتراضات المتعلقة بالمخزون وبالانتاج •

شكل (٥١)

متوسط المخزون




## الكمية الاقتصادية للطلبيه

أن تحديد الحجم الاقتصادي للطلبية يعتبر ضروريا لتقليل التضارب بين الاهداف المتصارعة • فالاحتفاظ بكميات كبيرة من المخزون سوف يؤكد استمرار الانتاج ويضمن عدم نفاد المخزون • ولكن ذلك سوف يؤدي الى ارتفاع تكاليف الاحتفاظ بالمخزون • وأيضا فان الاحتفاظ بكمية قليلة من المخزون سوف يؤدي الى انخفاض تكاليف الاحتفاظ بالمخزون ، ولكنه من جهة أخرى قد يؤدي الى زيادة تكاليف النفاد سواء المتعلقة بنقد المبيعات أو بتوقف الانتاج • أما الشراء بكميات كبيرة فانه سوف يقلل تكاليف الاعداد والاستلام لكل فترة ، ولكنه من ناحية أخرى سوف يؤدي الى ارتفاع مستوى متوسط المخزون وتكاليف الاحتفاظ بالمخزون • ومن الجهة الأخرى فإن

الشراء بكمية قليلة سوف يخفض تكاليف الاحتفاظ بالمخزون من خلال تخفيض مستوى متوسط المخزون وارتفاع تكاليف الاعداد والاستلام للفترة وزيادة تكاليف النفاد .
وعلى ذلك فيجب المقارنه والموازنه بين الفوائد التى تعود على المنشأه من الاحتفاظ بالمخزون والتكاليف المتعلقة بذلك الاحتفاظ . وهذا يتطلب تحليل الكمية الاقتصادية للطلبية بالنسبة للمنشآت التجارية أو الكمية الاقتصادية للانتاج بالنسبة للمنشآت الصناعية ( Nemmers & Graunemald, 1975 ).

**طرق حساب الكمية الاقتصادية للطلبية :**

**أولا: مدخل الجداول :** يعتمد ذلك المدخل على استخدام المحاولة والخطأ فى تحديد الحجم الاقتصادى للطلبية . وتستخدم تلك الطريقة كالآتى :

(١) اختيار عدد من الاحجام المختلفة للطلبيات .

(٢) تحديد التكاليف المرتبطة بكل حجم من تلك الطلبيات .

(٣) القيام باختيار الحجم الذى تكون عنده التكاليف أقل من الاحجام الاخرى .

فلو فرض أن الحجم السنوى للاستهلاك يساوى ٤٨٠,٠٠٠ وحدة ، وتكاليف الاعداد والاستلام للطلبية الواحدة ١٢ جنيه ، وتكاليف الاحتفاظ بالمخزون كنسبة مئوية من تكلفة الوحده ٢٠٪ ، وتكلفة الوحدة الواحدة (ف) ١٠ قروش . وباستخدام ذلك المدخل فانه يمكن تحديد الحجم الاقتصادى للطلبية من الجدول رقم ( ٤٨ ) وهو ٢٤,٠٠٠ وحده . وعند ذلك الحجم نجد أن اجمالى التكاليف أقل ما يمكن . ويعاب على هذه الطريقة أنه من الضرورى وضع وتحديد بدائل عديدة للاحجام المختلفة حتى يمكن الوصول الى الحجم الاقتصادى الذى تكون عندة اجمالى التكاليف أقل ما يمكن ( Buffa & Dayer, 1977 ).

جـــــــــدول ( ٤٨ )

| عدد الطلبيات في السنة | حجم الطلبية | متوسط المخزون | تكاليف الاحتفاظ بالمخزون | تكاليف الاعداد والاستلام | التكاليف الكلية |
|---|---|---|---|---|---|
| ١ | ٤٨٠ر٠٠٠ | ٢٤٠ر٠٠٠ | ٤ر٨٠٠ | ١٢ | ٤ر٨١٢ |
| ٢ | ٢٤٠ر٠٠٠ | ١٢٠ر٠٠٠ | ٢ر٤٠٠ | ٢٤ | ٢ر٤٢٤ |
| ٤ | ١٢٠ر٠٠٠ | ٦٠ر٠٠٠ | ١ر٢٠٠ | ٤٨ | ١ر٢٤٨ |
| ٦ | ٨٠ر٠٠٠ | ٤٠ر٠٠٠ | ٨٠٠ | ٧٢ | ٨٧٢ |
| ٨ | ٦٠ر٠٠٠ | ٣٠ر٠٠٠ | ٦٠٠ | ٩٦ | ٦٩٦ |
| ١٠ | ٤٨ر٠٠٠ | ٢٤ر٠٠٠ | ٤٨٠ | ١٢٠ | ٦٠٠ |
| ١٢ | ٤٠ر٠٠٠ | ٢٠ر٠٠٠ | ٤٠٠ | ١٤٤ | ٥٤٤ |
| ١٦ | ٣٠ر٠٠٠ | ١٥ر٠٠٠ | ٣٠٠ | ١٩٢ | ٤٩٢ |
| ٢٠ | ٢٤ر٠٠٠ | ١٢ر٠٠٠ | ٢٤٠ | ٢٤٠ | ٤٨٠ |
| ٢٤ | ٢٠ر٠٠٠ | ١٠ر٠٠٠ | ٢٠٠ | ٢٨٨ | ٤٨٨ |
| ٣٠ | ١٦ر٠٠٠ | ٨ر٠٠٠ | ١٦٠ | ٣٦٠ | ٥٢٠ |
| ٣٢ | ١٥ر٠٠٠ | ٧ر٥٠٠ | ١٥٠ | ٣٨٤ | ٥٣٤ |
| ٤٠ | ١٢ر٠٠٠ | ٦ر٠٠٠ | ١٢٠ | ٤٨٠ | ٦٠٠ |
| ٤٨ | ١٠ر٠٠٠ | ٥ر٠٠٠ | ١٠٠ | ٥٧٦ | ٦٧٦ |
| ٩٦ | ٥ر٠٠٠ | ٢ر٥٠٠ | ٥٠ | ١ر١٥٢ | ١ر٢٠٢ |

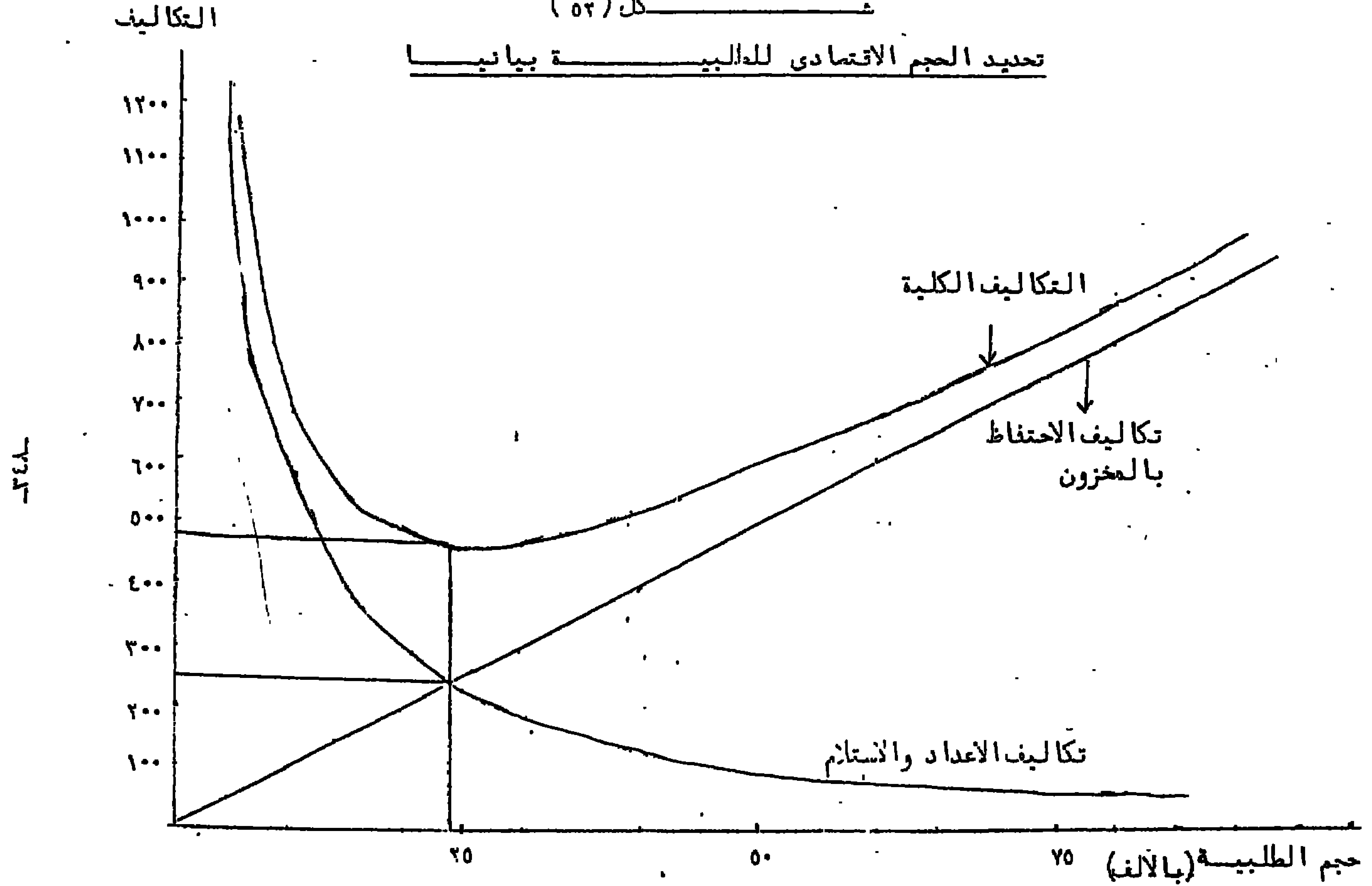
**ثانيا: المدخل البياني :** من المثال السابق نجد أن النقطة التي تتعادل عندها التكاليف المتعلقة باعداد وإستلام الطلبية مع تكاليف الاحتفاظ بالمخزون هي النقطة التي تحقق أقل التكاليف • وحجم الطلبية كما هو موضح في شكل ( ٥٣ ). يساوى ٢٤ر٠٠٠ وحدة • وتبلغ اجمالي التكاليف ٤٨٠ جنيه•

**ثالثا: المدخل الجبري :** حيث أن النقطة التي يتعادل عندها تكاليف الاعداد والاستلام للطلبيات مع تكاليف الاحتفاظ بالمخزون تمثل النقطة الاقتصادية لتحديد حجم الطلبية ، وهذا يعتبر الاساس لهذا المدخل • ولكي يتم تحديد حجم الكميـــة الاقتصادية يجب تعريف بعض الرموز على النحو التالي ( Buffa, 1972 ):

ك$_1$ = الحجم الاقتصادي للمخزون أو الكمية المثلى من الوحدات لكل طلبية والتي عندها تكون التكاليف اقل ما يمكن •

شكل (٥٢)

تحديد الحجم الاقتصادي للطلبية بيانيا



ح = تكلفة الاحتفاظ بالمخزون للوحدة الواحدة (يعبر عنها كنسبة مئوية من تكلفة الوحدة أو مبلغ ثابت لكل طالبية ).

ك = حجم الاستهلاك أو الاستخدام السنوى للمخزون .

ع = تكاليف الاعداد والاستلام للطلبية الواحدة .

∴ إجمالى تكاليف الاحتفاظ بالمخزون = ١/٢ الحجم الاقتصادى للطلبية × تكلفة الاحتفاظ بالمخزون للوحدة الواحدة

= متوسط المخزون × تكلفة الاحتفاظ بالوحدة الواحدة من المخزون

$$= (ك_1 / ٢) \times ح$$

اجمالى تكاليف اعداد واستلام الطلبية = عدد الطلبيات × تكلفة اعداد واستلام الطلبية الواحدة

$$(ك / ك_1) \times ع$$

وتتحقق أقل التكاليف عندما تتساوى تكاليف الاعداد والاستلام للمخزون مع تكاليف الاحتفاظ بالمخزون ، أى أن :

$$(ك_1 / ٢) \times ح = (ك / ك_1) \times ع$$

$$\therefore \quad ك_1 = \sqrt{\frac{٢ ك ع}{ح}}$$

وبتطبيق تلك المعادلة على المثال السابق ينتج أن :

$$ك_1 = \sqrt{\frac{٢ \times ٤٨٠٫٠٠٠ \times ١٢}{٢ر \times ١ر}} = ٢٤٫٠٠٠ \text{ وحدة}$$

وباحلال قيمة $ك_1$ لحساب اجمالى التكاليف (المتعلقة بالاحتفاظ والاعداد) ينتج أن :

$$\text{اجمالى التكاليف} = ك_1 / ٢ \times ح + ك / ك_1 \times ع$$

$$= ٢٤٫٠٠٠ / ٢ \times ٢ر \times ١ر + (٤٨٠٫٠٠٠ / ٢٤٫٠٠٠) \times ١٢$$

= ٤٨٠ جنيـــه

ولحساب العدد الامثل لمرات الشراء أو الطلب فاننا نستخدم المتغيرات التالية :

ن = عدد مرات الشراء المثلى فى السنة والتى تحقق أقل تكلفة للمنشأة.

ك = حجم الاستهلاك السنوى للمخزون .

ع = تكاليف الاعداد والاستلام للطلبية الواحدة .

ح = تكاليف الاحتفاظ بالمخزون للوحدة الواحدة.

∴ اجمالى تكاليف الاحتفاظ بالمخزون = ك/ ن × (١ / ٢) × ح = $\frac{ك ح}{٢ ن}$

اجمالى تكاليف اعداد واستلام الطلبيات فى السنه = ن × ع

∴ ك ح / ٢ ن = ن ع ∴ ن = $\sqrt{\frac{ك ح}{٢ ع}}$

وباستخدام المعلومات فى المثال السابق نجد أن عدد مرات الشراء المثلى

تساوى :

ن = $\sqrt{\frac{٤٨٠٫٠٠٠ \times ٢ر \times ١ر}{٢ \times ١٢}}$ = ٢٠ طلبية فى السنة .

ولحساب الوقت اللازم للاحتفاظ بالطلبية يتم استخدام المعادلة التاليـــة

والتى تبنى على أساس أن العام ٣٦٥ يوما . ويلزمنا هنا تعريف المصطلحات الاتية :

م و = الوقت اللازم للاحتفاظ بالطلبيـــة.

ف = تكلفة شراء الوحدة الواحدة .

∴ اجمالى تكاليف الاحتفاظ بالمخزون للسنة = ك / $\frac{٣٦٥}{م و}$ × $\left(\frac{١}{٢}\right)$ × ح

= $\frac{ك \; م و \; ح}{٧٣٠}$

اجمالى تكاليف الاعداد والاستلام = $\frac{٣٦٥}{م و}$ × ع

∴ $\frac{ك \; م و \; ح}{٧٣٠}$ = $\frac{٣٦٥ \; ع}{م و}$ ∴ م و = ٣٦٥ $\sqrt{\frac{٢ \; ع}{ك \; ح}}$

ولو تم استخدام المعلومات في المثال السابق فانه يمكن حساب وقت الاحتفاظ بالطلبية كالآتي :

$$\text{م و} = ٣٦٥ \sqrt{\frac{٢ \times ١٢}{٤٨٠٫٠٠٠ \times ٢ر \times ١ر}} = ٣٦٥ \sqrt{\frac{٢٤}{٩٦٠٠}}$$

$$= ٣٦٥ \times \frac{١}{٢٠} = \text{١٨ يوما تقريبا}$$

<u>رابعا : مدخل المشتقات :</u> باستخدام هذا المدخل يمكن حساب الكمية الاقتصادية للمخزون بطريقة أفضل ويعتبر هذا المدخل من المداخل الجيدة نظرا لانه لا يعاني من المحددات التي تحد من استخدام المداخل السابقة.

ونجد من الشكل السابق (المتعلق بتحديد الكمية الاقتصادية بيانيا) أن ميل خط اجمالي التكاليف يساوي مجموع ميل كلا النوعين من التكاليف (تكاليف الاحتفاظ وتكاليف الاعداد والاستلام للمخزون). فلو إبتدأنا من الجزء الشمالي بالشكل نجد أن ميل المستقيم المتعلق بتكاليف الاحتفاظ بالمخزون موجب بينما ميل المستقيم المتعلق بتكاليف الاعداد والاستلام للمخزون سالب.

وبزيادة الكمية على المحور الافقي ، نصل الى النقطة التي عندها يتناقص ميل المستقيم المتعلق بتكاليف الاعداد والاستلام بنفس القيمة التي يتناقص بها ميل المستقيم المتعلق بتكاليف الاحتفاظ بالمخزون ويصبح ميلا المستقيمين مساويا للصفر. ولذلك نجد أن معدل التغير في اجمالي التكاليف بالمقارنة بالكمية الاقتصادية يكون صفرا عندما يكون ميل المستقيم المتعلق بتكاليف الاحتفاظ بالمخزون مساويا للصفر.

واذا رمزنا لاجمالي التكاليف (المتعلقة بالاحتفاظ والاعداد) بالرمز ت فان :

$$\text{ت} = \frac{\text{ك}_١}{٢}\,\text{ح} + \frac{\text{ك}}{\text{ك}_١}\,\text{ع}$$

واذا تم أخذ المشتقه الأولى لتلك المعادلة فان الناتج يكون ميل منحنـــــى اجمالى التكاليف :

$$\frac{\text{د}\,(\text{ت})}{\text{د}\,(\text{ك}_{1})} = \frac{\text{ح}}{٢} - \frac{\text{ك ع}}{\text{ك}_{1}^{٢}}$$

وبوضع المشتقة الأولى مساوية للصفر لكى نحدد معدل التغير فى المنحنى المتعلـــق باجمالى التكاليف فى علاقتة بالكمية ينتج أن :

$$\frac{\text{ح}}{٢} - \frac{\text{ك ع}}{(\text{ك}_{1})^{٢}} = \text{صفـــر}$$

$$\therefore \quad \text{ك}_{1} = \sqrt{\frac{٢\ \text{ك ع}}{\text{ح}}}$$

وقد نتج من استخدام هذا المدخل الحصول على نفس المعادلة التى تم الحصول عليها باستخدام الطريقة الجبرية. ولكننا نلاحظ أن المشتقه الأولى لا تمكن مـــن تحديد اجمالى التكاليف فى علاقتها بالكمية الاقتصادية عند النقطة الدنيـــا أو العظمى . ولذا فانه يمكن استخدام المشتقه الثانية لاختبار ما اذا كانـــــــت التكاليف أقل ما يمكن أم لا كالاتـــى :

$$\frac{\text{د}^{٢}\,(\text{ت})}{\text{د}\,(\text{ك}_{1}^{٢})} = + \frac{٢\ \text{ك ع}}{\text{ك}_{1}^{٣}}$$

وبذلك نجد أنه طالما الاشارة موجبة ، فان هذا يعنى أن اجمالى التكاليـــف عند أقل نقطة ، ويعنى ذلك أيضا أن منحنى اجمالى التكاليف يزيد لأعـــــــلى ( Thierauf & Kelekamp, 1975 ).

## خصم الكمية

إن النموذج المتعلق بحساب الكمية الاقتصادية المثلى يجب أن يأخذ فى الاعتبار خصم الكمية الذى يمنحه المورد فى حالة الشراء بكميات كبيرة. وعلى أية حال فان الشراء بكميات كبيرة له بعض المزايا وبعض العيوب. ومن المزايا المتعلقة بالشراء بكميات كبيرة هى انخفاض تكلفة الوحده ، وانخفاض تكاليف الاستلام والاعداد للطلبية ، والاقلال من نفاد المخزون الى أدنى حد ممكن ، وانخفاض تكاليف النقل عموما. ومن جهة أخرى فان الشراء بكميات كبيرة له بعض العيوب ومنها ارتفاع تكاليف الاحتفاظ بالمخزون ، وارتفاع رأس المال المستثمر فى المخزون ، كما يوجد احتمالات أكبر لتقادم وتلف المخزون.

وباستخدام مدخل التكاليف فانه يمكن حساب التكاليف فى حالة الشراء بالكمية الاقتصادية وحساب التكاليف فى حالة الشراء بالخصم لتقرير أى الحالتين يحقق اجمالى تكاليف أقل.

ويتم استخدام المعادلة التالية لحساب اجمالى التكاليف :

$$\text{ت}_{\text{س}} = \text{ك}_{1} / \text{٢} \times \text{ح} + \text{ك} / \text{ك}_{1} \times \text{ع} + \text{ك ف}$$

حيث تعبر $\text{ت}_{\text{س}}$ عن اجمالى التكاليف السنوية. أما المتغيرات الاخرى وهى $\text{ك}_{1}$ ، ح ، ك ، ع ، فسقد تم تعريفهم من قبل. ولايضاح كيفية اتخاذ قرار فى حالة خصم الكمية نورد المثال التالى :ـ

لو فرض أن أحد الموردين قد منح خصم كمية ٢٪ من سعر الوحدة لو تم الشراء مرة واحدة فى الشهر. وباستخدام المعلومات السابقة يكون اجمالى التكاليف فى حالة الشراء بالكمية الاقتصادية كالاتى :ـ

$$\text{ت}_{\text{س}} = \text{٢٤٬٠٠٠} / \text{٢} \times \text{٢ر} \times \text{١ر} + \frac{\text{٤٨٠٬٠٠٠}}{\text{٢٤٬٠٠٠}} \times \text{١٢} + \text{٤٨٠٬٠٠٠} \times \text{١ر}$$

$$= \text{٤٨٬٤٨٠ جنيه}$$

وعند الأخذ فى الاعتبار خصم الكمية يكون اجمالى التكاليف كالاتـــــى :

ت س = (٤٨٠٫٠٠٠ / ١٢ × ٢) × ٢ر × ٩٨ر × ١ر + ١٢ × ١٢ + ٤٨٠٫٠٠٠ × ١ر × ٩٨ر

= ٣٩٢ + ١٤٤ + ٤٧٫٠٤٠ = ٤٧٫٥٧٦ جنيـــــه

وبمقارنة التكاليف نجد أنه فى حالة الشراء بالخصم يكون اجمالى التكاليف أقل منه فى حالة الشراء بدون خصم الكمية.

ومن الجدير بالذكر ملاحظة أنه يقع على الادارة عبء الموازنه بين المزايا المتحققه من الشراء بكميات كبيره أو الشراء بالكمية الاقتصاديه وبين العيوب الناتجه عن استخدام أى من المدخلين . وهنا نجد أن حساب التكاليف قد لا يحقق المقارنه الكامله بين هذين المدخلين . ولذلك فان على الادارة أن توازن بين المدخلين على ضوء الاهداف المرغوبه التى تسعى الى تحقيقها وتأخذ جميع الاعتبارات فى الحسبان سواء الملموسه أو غير الملموسه على ضوء المتغيرات البيئية العديدة والمتنوعه والمتداخله والتى تعمل المنشأه فى اطارها حتى تستطيع سد الفـــراغ الادارى وتحقيق الاهداف المرغوبه على أفضل وجه ممكن .

# الفصل الثالث

## نموذج تحديد الكميات الاقتصادية للإنتاج

# مقـــدمـــــة

في هذا الفصل سنقوم بايضاح كيفية تحديد كمية الانتاج الاقتصادية ، وعدد مرات الانتاج في السنة وذلك بما يمكن من خفض التكاليف المرتبطة بذلك الى أدنى حد ممكن . وكما تم ايضاحه في الفصل السابق ، فان نموذج المخزون يبنى على العديد من الافتراضات ومنها معرفة معدل الطلب للعناصر المختلفة التي يتم تخزينها بالتحديد مع ثبات الطلب خلال فترة زمنية معينة ، ثبات وصول الطلبية واستقلاله عن الطلب ، وثبات التكاليف المتعلقة بالاعداد والاستلام بغض النظر عن حجم الطلبية ، وأيضا افتراض أن الكمية من المخزون تصل كلها دفعة واحدة .

وقد قمنا بشرح نموذج المخزون وكيفية تحديد الكمية المشتراه وخصم الكمية وتأثيره على اتخاذ القرارات في الشراء والتخزين . وفي هذا الفصل سنوضح كيف يمكن الاستفاده من نموذج المخزون في تحديد كمية الانتاج الاقتصادية وعدد مرات الانتاج ومشكلة نفاد المخزون وخلافه ومدى تأثير ذلك على قرارات الانتاج فيما يتعلق بالتخطيط والرقابة .

وعموما فانه يوجد العديد من الاهداف التي يمكن تحقيقها من وراء رقابة المخزون في مجال الانتاج ومنها رقابة الكمية التي يتم انتاجها وعدد مرات الانتاج بحيث يمكن ذلك من خفض التكاليف . وكما تم تطبيق نموذج المخزون في تحديد الكمية المشتراه ، فانه يمكن أن يتم تطبيقه لتحديد الكمية من المنتج والتي يجب تصنيعها من المنتجات المختلفة . وفي البيئة الانتاجية فان تكلفة الاعداد والاستلام يقابلها تكلفة التجهيز للانتاج ، وتكلفة شراء الوحده يقابلها تكلفة انتاج الوحدة . وعموما فانه من الضرورة بمكان في المنظمات الانتاجية التمييز بين العناصر ذات الطلب المستقل والعناصر ذات الطلب غير المستقل .

وعلى أية حال ، فان أنظمة الانتاج يمكن تقسيمها تبعا لمدى تأثيرها على

المخزون الى قسمين أساسيين وهما الانتاج وفقا للطلبات (نظام الانتاج المتقطع)، والانتاج للتخزين (نظام الانتاج المستمر). ويعتمد ذلك التقسيم لأنظمة الانتاج على خصائص الطلب، وبالتالى فان عناصر المخزون يمكن تقسيمها على أساس كون الطلب عليها مستمر أو غير مستمر. فعناصر المخزون ذات الطلب المستمر تتجه الى أن تشتمل على الانتاج للتخزين. أما عناصر المخزون ذات الطلب غير المستمر تشتمل على الانتاج حسب الطلب. ففى نظام الانتاج حسب الطلب لا يتم البدأ فى عملية الانتاج للعناصر المختلفة حتى يتم الطلب عليها من منشأة أخرى. أما فى نظام الانتاج للتخزين فانه يتم الانتاج قبل أن يتم الطلب عليه، وعموما يتم تقدير الكمية المتوقع انتاجها باستخدام النماذج الرياضية والاحصائية المختلفة للتنبوء.

ان عناصر المخزون ذات الطلب المستمر عموما يكون الطلب عليها مرن. ولذلك فانه من الممكن التخزين لتلك العناصر. وعادة ما يكون الطلب لمثل تلك العناصر مستقل عن الطلب للعناصر الاخرى. ولذلك يسمى الطلب على مثل تلك العناصر بالطلب المستقل. وعموما تكون النسبة بين أعلى (أقصى طلب) طلب الى متوسط الطلب منخفضة. أما الطلب على المخزون لعناصر الطلب غير المستمر عادة ما تكون بنسبة بسيطة أثناء معظم الايام، وقد لا يحدث فى بعض الايام، وقد يحدث ارتفاع مفاجئ فى أوقات غير متكررة. وعموما فان النسبة بين أعلى طلب الى متوسط الطلب تكون مرتفعة. وعندما يمكن التنبوء بوقت الطلب فانه من الافضل من الناحية الاقتصادية الاحتفاظ بكمية قليله جدا من المخزون. وفى حالة ارتفاع الطلب فانه من الافضل عمل الجداول المتعلقة بكميات وبالاوقات للطلبيات وللدفعات الانتاجية. وعلى ذلك فانه يمكن توفير الكثير من تكاليف الاحتفاظ بالمخزون فى الوقت الذى لا يوجد فيه طلب وذلك اذا تم الاحتفاظ بكمية بسيطة من المخزون أو عدم الاحتفاظ بأية كمية من المخزون.

هذا وقد يكون الطلب غير مستمر على بعض العناصر التى يتم تصنيعها وتستخدم فى تصنيع عناصر أخرى . ان الطلب على مثل هذه العناصر يعتمد على الطلب الخاص بتلك العناصر الاخرى . ويسمى ذلك النوع من الطلب بالطلب التابع . وهنا نجد أن التخزين لمثل تلك العناصر يكون قبل الانتاج بفترة قصيرة نظرا لعدم الحاجة المستمرة لمثل تلك العناصر .

فلو أن الطلب على عنصر ما مستقل عن الطلب على العناصر الأخرى ، عندئذ يمكن استخدام نظام حجم الطلبية الثابت مع اجراء بعض التعديلات التى تتلاءم مع نظام الانتاج . وعلى أية حال ، فلو أن الطلب على عنصر غير مستقل (تابع) يعتمد على الطلب على عناصر أخرى ، عندئذ فانه يمكن استخدام أنظمة التخطيط لمتطلبات المواد الخام كما سيتضح فيما بعد . ان ذلك التخطيط للعناصر والمتطلبات ينبغى أن يأخذ فى الحسبان تعديل نظام المخزون بما يتلاءم وتلك العناصر، أخذا فى الحسبان التكاليف المترتبة والعوائد الناتجة عن ذلك . وبما يوصل نحو ربط نظام المخزون بالمتطلبات الجملية وسد الفراغ الذى قد ينشأ من عدم ملاءمة النظام مع طبيعة العناصر . ويساعد ذلك على تحقيق الكفاءة التخزينية وخفض التكاليف وتحقيق الاهداف المرغوبة (وليست المتاحة) للمنشأه على أمثل وجه ممكن .

## تحديد كمية الانتاج الاقتصادية
## (فى حالة وجود منتج واحد)

ان معادلات حجم الكمية الاقتصادية تفترض أن كل الطلبية لعنصر معين يتم استلامها فى وقت معين . وعندما يتم استلام الطلبية على دفعات فإنه يجب تعديل نموذج حجم الطلبية الاقتصادى ليأخذ فى الحسبان التغير فى الافتراضات . وذلك نظرا لتأثير ذلك على متوسط المخزون وتكاليف الاحتفاظ به .

فلو أن منشأة ما تقوم بانتاج منتج معين ذو طلب ثابت ، فان هذا المنتج سوف يدخل المخزن فى الحال . ان كمية طلبية الانتاج يمكن تحديدها باستخدام نموذج حجم الكمية الاقتصادية مع تغيير تكاليف الاعداد بتكاليف التجهيز والتى هى أساسا تكلفة الوقت المطلوب لاعداد الآلات أو محطات العمل لأداء العمل وتوقيتها بعد الانتهاء من العمل . وبالطبع فان المخرجات للمصنع يمكن أن تتأثر كثيرا بعدد وطول فترة التجهيز والاعداد . ان نموذج كمية الانتاج الاقتصادية (ك ج ) يجعل الافتراض المتعلق باضافة وحدات الى المخزون مرة واحدة افتراض غير واقعى. وذلك نظرا لانه عندما يتم الانتهاء - من انتاج بعض الوحدات يتم نقلها واضافتها الى المخزون . فنموذج المخزون المتعلق بحجم الكمية الاقتصادية للشراء يفترض الاضافات مرة واحدة ومنفصلة عن بعضها البعض بينما نموذج كمية الانتاج الاقتصادية . يفترض الاضافات التدريجية والمستمرة للمخزون خلال فترة الانتاج وهذا شئ واقعى .

ان عناصر المخزون يمكن الحصول عليها أما عن طريق الشراء أو الانتاج . وفى كلتا الحالتين فان تكلفة الوحدة تعتبر من أهم عناصر التكلفة . فاذا تم شراء العنصر ، فان تحديد السعر عادة ما يكون من مسئولية قسم الشراء . أما اذا تم تصنيع العنصر ، فان تحديد السعر عادة ما يكون من مسئولية محاسبة التكاليف . أما بالنسبة للعناصر المصنعة ، فان تكلفة الانتاج تتكون من العمالة المباشرة ، والمواد الخام المباشرة ، والتكاليف الصناعية غير المباشرة . ان العنصر المباشر هو العنصر الذى يسهل تحديده ، وتخصيصه كاملا لوحدة معينة من وحدات التكاليف ، فهو لذلك مصروف خاص . أما العنصر غير المباشر هو الذى لا يمكن تخصيصه أو تحميله مباشرة لوحدة معينة بالذات ، فهو لذلك مصروف عام . ومن أمثلة العناصر المباشرة المواد المباشرة عبارة عن جميع المواد التى تدخل فى تركيب المنتج وتصبح جزء منه ، والاجور المباشرة هى العمل المبذول مباشرة وبالذات على منتج معين سواء فى تكوينه أو تجميعه . ومن أمثلة العناصر غير المباشرة المواد

غير المباشرة ، والعمالة غير المباشرة والاستهلاك والضرائب والتأمين والصيانة والاشراف وغيرها . وكل تلك العناصر غير المباشرة يمكن تقسيمها الى مباشر وغير مباشر الا أن ذلك يستلزم نفقات باهظة قد تفوق العوائد التى تعود من وراءها ولذلك يتم تحميلها بنسب معينه تختلف باختلاف المشروعات وما تراه ملائما .

ولتحديد كمية الانتاج الاقتصادية فانه من الضرورة بمكان اعادة النظر الى الافتراض المتعلق بأن كل الطلبية يتم استلامها وتخزينها فى وقت واحد ، فهذا افتراض غير واقعى فى معظم الحالات وخصوصا فى المصانع التى تقوم بالانتاج على دفعات أو شحنات ويتم التخزين كلما تم الانتهاء من بعض الوحدات . فنجد أن الاضافة للمخزون تكون مستمرة ، حيث يتم باستمرار اضافة وحدات كلما تم انتاجها . وفى نفس الوقت فان المخزون من المواد الخام يقل أثناء انتاج كمية معينة من منتج ما . ان القرار الاساسى بناء على ذلك هو تحديد حجم دفعة الانتاج . ان حجم الدفعة من الانتاج والذى يخفض تكاليف المخزون الى أقل حد ممكن يعرف بكمية الانتاج الاقتصادية . ( Tersine, 1976 ) .

ويوضح شكل ( ٥٣ ) دورة لكيفية الاضافة للمخزون خلال فترة انتاجية معينة ( $و_{ج}$ ). فالانتاج لدفعة ما يبدأ عند وقت صفر وينتهى عند وقت ( $و_{ج}$ ) وخلال الوقت من $و_{ج}$ الى و لا يضاف إنتاج ، ويتم استنفاذ المخزون . وعند الوقت (و) تبدأ دفعة انتاج جديدة . فاذا لم يوجد طلب أثناء الفترة من صفر الى $و_{ج}$ ، فان المخزون من المنتج يرتفع بمعدل $م_{ج}$ (الكمية المنتجه خلال فترة معينة)، وحيث أن $و_{ج} = ك_{ج} / م_{ج}$ واذا وجد معدل للطلب ( $م_{ط}$ ) (الكمية المطلوبة خلال فترة معينة) ، فان المخزون سوف يزيد بمعدل ( $م_{ج} - م_{ط}$ ) ، حيث أنه يفترض أن $م_{ج}$ أكبر من $م_{ط}$ . وأثناء فترة الانتاج من صفر الى $و_{ج}$ فان المخزون يتراكم بمعدل مساوى الى معدل الانتاج ( $م_{ج}$ ) مطروحا منه معدل الطلب ( $م_{ط}$ ). وأقصى أو أعلى مستوى للمخزون يساوى $و_{ج}$ ( $م_{ج} - م_{ط}$ ) ، أى الوقت الذى يتم انتاج

كمية معينة فية مضروبا فى معدل (أو كمية) تراكم المخزون ٠ ان متوسط المخزون يكون مساويا الى ١ / ٢ أعلى مستوى للمخزون وهو $و_{ج} (م_{ج} - م_{ط}) / ٢$ ٠

حيث أن $و_{ج} = ك_{ج} / م_{ج}$ أى أن :

$$\text{متوسط المخزون} = \frac{ك_{ج} (م_{ج} - م_{ط})}{م^{٢}_{ج}}$$

شكل (٥٣)

**كمية الانتاج الاقتصادية**

**حيث أن :**

$م_{ج}$ = معدل الانتاج (الكمية المنتجة خلال فترة زمنية معينة قد تكون يوما)٠

$م_{ط}$ = معدل الطلب على المخزون (خلال فترة معينة قد تكون يوما) ، $(م_{ط} < م_{ج})$

و = الوقت بين الدفعات الانتاجية ، $\bar{ك} = و_{ج} (م_{ج} - م_{ط})$ = أعلى أو أقصى مخزون ٠

$ك_{ج} = و_{ج} ( م_{ج} )$ = الكمية المنتجة خلال فترة زمنية معينة (الاقتصادية)،

$\bar{ك} / ٢ = و_{ج} ( م_{ج} - م_{ط} ) / ٢ = ك_{ج} ( م_{ج} - م_{ط} ) / ٢ م_{ج} =$

متوسط المخزون ، $م_{ج} - م_{ط}$ = معدل تراكم المخزون (الكمية المتراكمة من الانتاج .

$ط_{ج}$ = نقطة اعادة الطلب ، ر = وقت الوصول .

ان متوسط المخزون يساوى $\bar{ك} / ٢$ ، $ك_{ج} ( م_{ج} - م_{ط} ) / ٢ م_{ج}$ .

ان المعامل $م_{ط} / م_{ج}$ يمثل النسبة لحجم الدفعة أو الشحنة التى تسحب من المخزون أثناء الوقت الذى يتم فية انتاج عنصر ما . والمعامل $( م_{ج} - م_{ط} ) / م_{ج}$ يمثل نسبة حجم الدفعة أو الشحنة الباقية من المخزون فى نهاية فترة الانتاج .

وحيث أن مستوى المخزون يتراوح بين الحد الادنى (صفر) والحد الاعلى $ك_{ج} ( م_{ج} - م_{ط} ) / م_{ج}$ ، فان متوسط المخزون هو نصف الحد الاعلى للمخزون . ان اجمالى تكاليف المخزون السنوية وذلك بفرض عدم وجود نفاد للمخزون تكون كالآتى :

التكلفة السنوية الاجمالية = تكلفة الانتاج + تكلفة التجهيز + تكاليف الاحتفاظ

$$ت_{س} = ك ف_{ج} + \frac{ك ع_{ج}}{ك_{ج}} + \frac{ك_{ج} ( م_{ج} - م_{ط} ) ح}{٢ م_{ج}}$$

<u>حيث أن :-</u>

ك = الطلب السنوى بالوحدات .

$ف_{ج}$ = تكلفة انتاج الوحدة .

$ك_{ج}$ = حجم دفعة الانتاج الاقتصادية .

$م_{ج}$ = معدل الانتاج (الكمية المنتجه خلال فترة معينة ولتكن يوم أو خلافة)

$م_{ط}$ = معدل الطلب (الكمية المطلوبة خلال فترة معينة ولتكن يوم أو خلافة)

$\text{ح}$ = تكلفة الاحتفاظ لكل وحدة فى السنة

$\text{ع}_{\text{ج}}$ = تكلفة التجهيز لكل دفعة أو شحنة انتاجيــة.

**ملاحظة :** يجب ملاحظة أن $\text{م}_{\text{ج}}$ أكبر من $\text{م}_{\text{ط}}$

وللحصول على أقل تكلفة لكمية الانتاج الاقتصادية يتم أخذ المشتقة الاولــى للمعادلة اجمالى التكاليف بالعلاقة بحجم دفعة الانتاج ومساواتها بالصفر كالاتى :

$$\frac{\text{د}\,(\text{ت}_{\text{س}})}{\text{د}\,(\text{ك}_{\text{ج}})} = -\frac{\text{ع}_{\text{ج}}\,\text{ك}}{\text{ك}_{\text{ج}}^{2}} + \frac{(\text{م}_{\text{ج}} - \text{م}_{\text{ط}})\,\text{ح}}{2\,\text{م}_{\text{ج}}} = \text{صفر}$$

وبحل المعادلة للحصول على قيمة $\text{ك}_{\text{ج}}$ ينتج الآتــى :

$$\text{ك}_{\text{ج}} = \sqrt{\frac{2\,\text{ع}_{\text{ج}}\,\text{ك}\,\text{م}_{\text{ج}}}{(\text{ح})(\text{م}_{\text{ج}} - \text{م}_{\text{ط}})}} = \text{كمية الانتاج الاقتصادية}.$$

واذا تم معرفة كمية الانتاج الاقتصادية فانه يمكن حساب الوقت الامثل للدفعــة وكذا نقطة اعادة الانتاج . فلو فرض أنه يوجد عدد وقدرة هـ من أيام العمل فــى السنة فانه يمكن تطبيق العلاقة الاتية :

$$\text{الوقت الامثل لدفعه الانتاج}\ (\text{م}_{1}) = \frac{\text{ك}_{\text{ج}}}{\text{م}_{\text{ج}}}$$

$$\text{نقطة اعادة الانتاج بالوحدات}\ (\text{ط}_{\text{ج}}) = \frac{\text{ك}\,\text{ر}_{\text{ج}}}{\text{هـ}} = \text{م}_{\text{ط}}\,\text{ر}_{\text{ج}}$$

حيث أن $\text{ر}_{\text{ج}}$ هو وقت الوصول بالايام ، $\text{م}_{\text{ط}}$ معدل الطلب اليومى . وتمثــل المعادلة التالية أقل اجمالى تكلفة سنوية وذلك باحلال قيمة $\text{ك}_{\text{ج}}$ فى معادلــة اجمالى التكلفة كالاتــى :

$$\text{ت}_{\text{س}} = \text{ك}\,\text{ف}_{\text{ج}} + \frac{\text{ع}_{\text{ج}}\,\text{ك}}{\text{ك}_{\text{ج}}} + \frac{\text{ك}_{\text{ج}}\,(\text{م}_{\text{ج}} - \text{م}_{\text{ط}})\,\text{ح}}{2\,\text{م}_{\text{ج}}}$$

$$\text{ت}_{\text{س}} = \text{ك}\,\text{ف}_{\text{ج}} + \frac{٢\,\text{ع}_{\text{ج}}\,\text{ك}\,\text{م}_{\text{ج}} + \text{ك}_{\text{ج}}^{٢}\,(\text{م}_{\text{ج}} - \text{م}_{\text{ط}})\,\text{ح}}{٢\,\text{م}_{\text{ج}}\,\text{ك}_{\text{ج}}}$$

$$= \text{ك}\,\text{ف}_{\text{ج}} + \frac{٢\,\text{ع}_{\text{ج}}\,\text{ك}\,\text{م}_{\text{ج}} + \frac{٢\,\text{ع}_{\text{ج}}\,\text{ك}\,\text{م}_{\text{ج}}}{(\text{ح})(\text{م}_{\text{ج}} - \text{م}_{\text{ط}})} \times (\text{ح})(\text{م}_{\text{ج}} - \text{م}_{\text{ط}})}{(٢\,\text{م}_{\text{ج}})\sqrt{\frac{٢\,\text{ع}_{\text{ج}}\,\text{ك}\,\text{م}_{\text{ج}}}{(\text{ح})(\text{م}_{\text{ج}} - \text{م}_{\text{ط}})}}}$$

$$= \text{ك}\,\text{ف}_{\text{ج}} + \frac{٢\,\text{ع}_{\text{ج}}\,\text{ك}\,\text{م}_{\text{ج}}\sqrt{(\text{ح})(\text{م}_{\text{ج}} - \text{م}_{\text{ط}})} \times \sqrt{٢\,\text{ع}_{\text{ج}}\,\text{ك}\,\text{م}_{\text{ج}}}}{\text{م}_{\text{ج}}\sqrt{٢\,\text{ع}_{\text{ج}}\,\text{ك}\,\text{م}_{\text{ج}}} \times \sqrt{٢\,\text{ع}_{\text{ج}}\,\text{ك}\,\text{م}_{\text{ج}}}}$$

$$= \text{ك}\,\text{ف}_{\text{ج}} + \frac{٢\,\text{ع}_{\text{ج}}\,\text{ك}\,\text{م}_{\text{ج}}\sqrt{(\text{ح})(\text{م}_{\text{ج}} - \text{م}_{\text{ط}})}\sqrt{٢\,\text{ع}_{\text{ج}}\,\text{ك}\,\text{م}_{\text{ج}}}}{(\text{م}_{\text{ج}})\,٢\,\text{ع}_{\text{ج}}\,\text{ك}\,\text{م}_{\text{ج}}}$$

$$= \text{ك}\,\text{ف}_{\text{ج}} + \frac{\text{ح}\,(\text{م}_{\text{ج}} - \text{م}_{\text{ط}})\sqrt{٢\,\text{ع}_{\text{ج}}\,\text{ك}\,\text{م}_{\text{ج}}}}{\text{م}_{\text{ج}}\sqrt{\text{ح}\,(\text{م}_{\text{ج}} - \text{م}_{\text{ط}})}}$$

$$\text{ت}_{\text{س}} = \text{ك}\,\text{ف}_{\text{ج}} + \frac{\text{ح}\,(\text{م}_{\text{ج}} - \text{م}_{\text{ط}})\,\text{ك}_{\text{ج}}}{\text{م}_{\text{ج}}}$$

وللتوضيح نورد المثال التالـــــــي :ـ

بفرض أن الطلب لعنصر ما هو ٥٠٠٠٠ وحدة في السنة ، ويتم العمل في المصنع لمدة ٢٥٠ يوم في السنة . وأن كمية الانتاج هي ٢٥٠ وحدة في اليوم ، ووقت الوصول ٢ يوم وأن التكلفة الانتاجية للوحدة ١٢٥ جنيه ،وتكلفة الاحتفاظ للوحدة في السنة هـــــي

٢٥ جنيه ، وتكلفة التجهيز والاعداد هى ٥٠ جنيهة (تكلفة التجهيز والاعداد هى ٥٠ جنيه لكل دفعة أو شحنة) . فما هو حجم أو كمية الانتاج الاقتصادية ، وعدد الدفعات أو الشحنات فى السنة ، ونقطة اعادة الانتاج ، وأقل اجمالى تكاليف فى السنة ؟

$$م_ط = \frac{ك}{هـ} = \frac{٥٠٫٠٠٠}{٢٥٠} = ٢٠٠ \text{ وحدة فى اليوم}$$

$$ك_ج = \sqrt{\frac{٢ \, ع_ج \, ك \, م_ج}{(ح) \, (م_ج - م_ط)}} = \sqrt{\frac{(٢)(٥٠)(٥٠٫٠٠٠)\, ٢٥٠}{٢٥ \, (٢٥٠ - ٢٠٠)}} = ١٠٠٠ \text{ وحدة}$$

$$\text{عدد الدفعات أو الشحنات الانتاج } (ن_ج) = \frac{ك}{ك_ج} = \frac{٥٠٫٠٠٠}{١٠٠٠} = ٥٠ \text{ دفعة}$$

$$ط_ج = \frac{ك \, ر_ج}{هـ} = \frac{٥٠٫٠٠٠ \, (٢)}{٢٥٠} = ٤٠٠ \text{ وحدة}$$

$$ت_{س١} = ك \, ن_ج + \frac{(م_ج - م_ط) \, ك_ج \, ح}{م_ج}$$

$$= ٥٠٫٠٠٠ \, (١٢٥) + \frac{(٢٥٠ - ٢٠٠) \, ١٠٠٠ \times ٢٥}{(٢٥٠)}$$

$$= ٦٫٢٥٥٫٠٠٠ \text{ جنيه}$$

## مشكلة نفاد المخزون وأثره على الانتاج

يبنى نموذج المخزون على افتراض أن الطلبية الجديدة سوف تصل الى المخازن فى نفس اللحظة التى يتم فيها الانتهاء من استخدام آخر وحدة من الطلبية السابقة. وهذه الحالة (حالة التأكد التام) لا توجد فى الواقع العملى فى معظم المواقف المتعلقة بالمخزون ، لان كلا من معدلات الاستخدام والطلب تتقلب بطريقة لا يمكن التنبوء بها بدرجة عالية من التأكد . كما نجد أن حساب التكلفة بالدقة المطلوبة ليس بالشئ السهل . ولذلك يتم استخدام الحكم والتقريب فى حساب التكاليف ودراستها .

وبناء على ذلك فان تلك الافتراضات لا يمكن أن تطبق على جميع المواقف بالمخزون ، حيث أن معدل الاستخدام والطلب على المخزون يحتمل أن يزيد أو يقل عن المقرر. هذا نتيجة لتأثير العوامل الداخلية والخارجية. وبالمثل فان الفترة التى يتم فيها طلب المخزون قد تتغير لصالح المنشأة أو لغير صالحها وذلك تبعا لحالة المورد أو ظروف النقل أو خلافه. فلو فرض أن المخزون لا يكون متوفرا عند طلبه نتيجة لعوامل داخلية و (أو) خارجية ، ففى تلك الحالة يحدث نفاد للمخزون . وكذا فان التغيرات فى معدلات الاستخدام أثناء الانتاج فى الفترة التى يتم فيها الحصول على المخزون تسبب تضاعف مشاكل نفاد المخزون وما يترتب على ذلك من تتابعات .

وعموما فان نفاد المخزون سواء نتيجة لعدم وصول الطلبية فى موعدها المحدد أو نتيجة لأن معدل الاستخدام كان أكبر مما هو متوقع فان ذلك ليس بالشئ المفضل بالنسبة لادارة الانتاج .

وعلى الادارة مسئولية العمل على تجنب نفاد المخزون ، وذلك من خلال تحديد متى يتم الطلب داخليا (عن طريق التصنيع) أو خارجيا (عن طريق الشراء) ، ومتى يتم اعادة الطلب . وكذلك يمكن التغلب على تلك المشكلة بواسطة الاحتفاظ بكميات

أكبر من المخزون لمواجهة حاجة العمليات طبقا لما هو مخطط مسبقا بناء على متطلبات الأقسام التنفيذية ، ولو أن هذه الاستراتيجية قد تكون مكلفة للمنشأة حيث أنه كلما زاد الاحتياطي من المخزون فان ذلك سوف يكلف المنشأة تكاليف أكبر . ولذا فان القرار المتعلق بتحديد كمية الاحتياطي يتوقف على عدة عوامل منها درجة المخاطرة التي تستطيع وترغب المنشأة في تحملها ، هذا بالاضافة الى تكاليف الاحتفاظ والاعداد والاستلام للمخزون ورأس المال المستثمر والمعطل في المخزون . كما يجب ألا يغيب عن الاذهان أن الاحتفاظ بالاحتياطي سوف يمكن من تجنب أحد الافتراضات المتعلقة بنموذج المخزون وهو افتراض أن الطلبية سوف تصل في اللحظة التي يتم فيها استخدام آخر وحدة في المخازن ( Bierman, et.al., 1977 ).

ولتحديد نقطة اعادة الطلب لابد من معرفة الفترة اللازمة لوصول الطلبية ، وأيضا معدل الاستخدام اليومي للوحدات المخزونة . واذا كانت المنشأة تحتفظ باحتياطي من المخزون ففي تلك الحالة يتم اضافة الاحتياطي الى معادلة نقطة اعادة الطلب .

ومن الجدير بالذكر أنه يجب على الادارة أن تضع في الاعتبار تكلفة نفاد المخزون عند حساب التكاليف الاجمالية للانتاج . ان اجمالي التكلفة السنوية يجب أن تشتمل تكلفة نفاد المخزون وأيضا تكلفة التجهيز والاحتفاظ بالانتاج وتكلفة الانتاج نفسها . فلو أن تكلفة نفاد المخزون كان مرجعها الى تخلف الطلبية (أي لا يوجد طلب مفقود) فان كل العجز يمكن أن يتم تغطيته من دفعة الانتاج التالية . أما في حالة عدم امكانية تحديد تكاليف نفاد المخزون ، فانه قد لا يتم اشتمالها في نموذج التكاليف الاجمالية السنوية . ومع تلك النوع من التكاليف فانه يمكن استخدام الخبرة والحكم الشخصي في تقديرها واشتمالها في اجمالي التكاليف السنوية للانتاج .

# نموذج كمية الانتاج الاقتصادية
## (حالة تعدد عناصر المخزون)

فى الحياة العملية ، لا تقوم المنظمات الصناعية عموما بانتاج منتج واحد ، وانما تقوم بانتاج العديد من المنتجات . وفى تلك الحالة فان المنتجات يمكن أن يتم انتاجها فى دورات منتظمة (واحدا بعد الآخر) على نفس الآلات . وهنا فان طول الدورة لكل المنتجات يمكن أن يتم عملها بطريقة مشابهة لحالة المنتج الواحد . فلو قمنا بتحديد دفعة الانتاج المثلى لكل منتج كل على حدة (أى باستقلاليه عن المنتجات الاخرى) فانه من المحتمل حدوث تضارب عند جدولة تلك المنتجات وعند استخدام الآلات إلا اذا كان هناك بعض الطاقات العاطلة .

ويجب أن يتم الأخذ فى الحسبان عند جدولة احجام معينة من الدفعات الانتاجية على الآلات أنه قد يحدث أعطال فى تلك الآلات ، و(أو) حدوث اصابات للعاملين على تلك الآلات ، و(أو) وجود وحدات معيبة ، و(أو) حدوث صعوبات فى الوصول بمستوى الجودة الى المستوى المطلوب وخلافه من الاشياء التى قد تؤثر على العملية الانتاجية . وعليه فانه يجب على مدير الانتاج أن يعدل من النموذج النظرى ليلائم حالات الطوارئ التى قد تحدث وخلافه من المتغيرات التى تؤثر على العملية الانتاجية ، ويساعد ذلك على سد الفجوة بين النظرية والواقع العملى .

وقد تم افتراض أن الآلة سوف تكون متاحة عند الحاجة اليها وذلك عند تحديد الكمية الاقتصادية للمنتج الواحد . وهنا قد تظهر بعض المشكلات اذا كانت الآلات تعمل بطاقاتها الكاملة . وقد يوجد صعوبة عند جدولتها لمواجهة متطلبات المنتج الواحد . ويمكن حل مشكلة جدولة الانتاج عن طريق تحديد طول الدورة لكل منتج والتى عندها تنخفض التكاليف الى أدنى حد ممكن . ان طول الدورة ما هى الا الوقت المطلوب لانتهاء من دفعة واحدة لكل من المنتجات التى سيتم انتاجها .

ان الطريقة المتبعه للحساب فى حالة وجود منتجات عديدة تشبه الطريقه التى تم اتباعها فى حالة المنتج الواحد . ان أقصى أو أعلى مستوى مخزون لمنتج معين يكون $(م_ج - م_ط) و_ج$ . ومتوسط المخزون يساوى نصف الكمية. وقد تم تأسيس أن $ك_ج = م_ج و_ج = ك / ن_ج$ حيث أن $ن_ج$ عدد الدورات (دفعات الانتاج) فى السنة . ولذلك فان متوسط المخزون يتم حسابه بالمعادلة التالية وذلك للمنتج المعين ى من اجمالي عدد المنتجات وهم س :

$$\text{متوسط المخزون} = \frac{(م_{جى} - م_{طى}) و_{جى}}{٢} = \frac{(م_{جى} - م_{طى}) ك_ى}{٢ ن_ج م_{جى}}$$

واذا كان لا يسمح بنفاد المخزون ، فان اجمالى التكاليف تكون كالاتـى :

اجمالى التكاليف = تكاليف الانتاج + تكاليف التجهيز + تكاليف الاحتفاظ

$$ت_{جى} = \sum_{ى=١}^{س} ك_ى ف_ى + ن_{جى} \sum_{ى=١}^{س} ع_{جى} + \frac{١}{٢ ن_{جى}} \sum_{ى=١}^{س} \frac{(م_{جى} - م_{طى}) ك_ى ح_ى}{م_{جى}}$$

وعندما تكون س = ١ ، فان النظام يصبح كالحالة السابقة وهى حالة المنتج الواحد . مع $ن_ج = \frac{ك}{ك_ج}$ .وللحصول على أقل تكلفة لدفعات الانتاجية ، فانه يتم أخذ المشتقة الاولى لمعادلة اجمالى التكلفة السنوية بالعلاقة بعدد دفعات الانتاج ومساواتها بالصفر . :

$$\frac{د(ت_ج)}{د(ن_{جى})} = \sum_{ى=١}^{س} ع_{جى} - \frac{١}{٢ ن_{جى}^٢} \sum_{ى=١}^{س} \frac{(م_{جى} - م_{طى}) ك_ى ح_ى}{م_{جى}} = \text{صفر}$$

وبحل المعادلة للحصول على قيمة $ن_{جى}$ ، ينتج العدد الامثل من الشحنات أو الكميات فى السنه :

$$\text{ن}_{\text{جي}} = \sqrt{\frac{\text{مجـ}_{\text{ي}=1}^{\text{س}} \left(\text{م}_{\text{جي}} - \text{م}_{\text{طي}}\right) \text{ك}_{\text{ي}} \, \text{ح}_{\text{ي}}}{٢ \, \text{م}_{\text{جي}} \, \text{مجـ}_{\text{ي}=1}^{\text{س}} \, \text{ع}_{\text{جي}}}}$$

ان حجم الدفعة الانتاجية لمنتج معين $\text{ي}$ يتم تحديدها عن طريق

$$\text{ك}_{\text{جي}} = \frac{\text{ك}_{\text{ي}}}{\text{ن}_{\text{جي}}}$$

وباحلال قيمة $\text{ن}_{\text{جي}}$ في معادلة اجمالي التكلفة ينتج معادلة أقل تكلفة اجمالية ممكنة كالآتي :

$$\text{ت}_{\text{جي}} = \text{مجـ}_{\text{ي}=1}^{\text{س}} \text{ك}_{\text{ي}} \, \text{ف}_{\text{ي}} + \text{ن}_{\text{جي}} \, \text{مجـ}_{\text{ي}=1}^{\text{س}} \text{ع}_{\text{جي}} + \frac{\sqrt{٢ \, \text{م}_{\text{جي}} \, \text{مجـ}_{=1}^{\text{س}} \text{ع}_{\text{جي}}}}{٢ \sqrt{\text{مجـ}_{\text{ي}=1}^{\text{س}} \left(\text{م}_{\text{جي}} - \text{م}_{\text{طي}}\right) \text{ك}_{\text{ي}} \, \text{ح}_{\text{ي}}}}$$

$$\text{مجـ}_{\text{ي}=1}^{\text{س}} \frac{\left(\text{م}_{\text{جي}} - \text{م}_{\text{طي}}\right) \text{ك}_{\text{ي}} \, \text{ح}_{\text{ي}}}{\text{م}_{\text{جي}}}$$

$$= \text{مجـ}_{\text{ي}=1}^{\text{س}} \text{ك}_{\text{ي}} \, \text{ف}_{\text{ي}} + \text{ن}_{\text{جي}} \, \text{مجـ}_{\text{ي}=1}^{\text{س}} \text{ع}_{\text{جي}} + \frac{\sqrt{٢ \, \text{م}_{\text{جي}} \, \text{مجـ}_{\text{ي}=1}^{\text{س}} \text{ع}_{\text{جي}}}}{٢ \left(\text{مجـ}_{\text{ي}=1}^{\text{س}} \left(\text{م}_{\text{جي}} - \text{م}_{\text{طي}}\right) \text{ك}_{\text{ي}} \, \text{ح}_{\text{ي}}\right)} \times$$

$$\text{مجـ}_{\text{ي}=1}^{\text{س}} \frac{\left(\text{م}_{\text{جي}} - \text{م}_{\text{طي}}\right) \text{ك}_{\text{ي}} \, \text{ح}_{\text{ي}}}{\text{م}_{\text{جي}}} \times \sqrt{\text{مجـ}_{\text{ي}=1}^{\text{س}} \left(\text{م}_{\text{جي}} - \text{م}_{\text{طي}}\right) \text{ك}_{\text{ي}} \, \text{ح}_{\text{ي}}}$$

$$= \text{مجـ}_{\text{ي}=1}^{\text{س}} \text{ك}_{\text{ي}} \, \text{ف}_{\text{ي}} + \text{ن}_{\text{جي}} \, \text{مجـ}_{\text{ي}=1}^{\text{س}} \text{ع}_{\text{جي}} + \frac{\sqrt{٢ \, \text{م}_{\text{جي}} \, \text{مجـ}_{\text{ي}=1}^{\text{س}} \text{ع}_{\text{جي}}}}{٢ \, \text{م}_{\text{جي}}} \times$$

$$\sqrt{\text{مجـ}_{\text{ي}=1}^{\text{س}} \left(\text{م}_{\text{جي}} - \text{م}_{\text{طي}}\right) \text{ك}_{\text{ي}} \, \text{ح}_{\text{ي}}}$$

$$= \sum_{ى=1}^{س} ك_{ى}\, ف_{ى} + ن_{ج} \sum_{ى=1}^{س} ع_{جى} + \frac{م_{ج}^{2} \sum_{ى=1}^{س} ع_{جى}}{م_{ج}^{2}} \times \frac{\sqrt{\sum_{ى=1}^{س} (م_{ج} - م_{طى})\, ك_{ى}\, ح_{ى}}}{\sqrt{م_{ج}^{2} \sum_{ى=1}^{س} ع_{جى}}}$$

$$= \sum_{ى=1}^{س} ك_{ى}\, ف_{ى} + ن_{ج} \sum_{ى=1}^{س} ع_{جى} + ن_{ج} \sum_{ى=1}^{س} ع_{جى}$$

$$ت_{ج} = \sum_{ى=1}^{س} ك_{ى}\, ف_{ى} + 2\, ن_{ج} \sum_{ى=1}^{س} ع_{جى}$$

وللتوضيح نورد المثال البسيط التالي : بفرض توافر المعلومات الموضحة بالجدول رقم (٤٩) . والمطلوب تحديد عدد دورات الانتاج الافضل بالنسبة لمجموعة المنتجات ، وبفرض أن أيام العمل في السنه هي ٣٠٠ يوم ، فما هو أقل اجمالي تكلفة ممكن ؟

جدول (٤٩)

| المنتج | الطلب السنوى ($ك_{ى}$) | تكلفة الوحدة المنتجه ($ف_{ى}$) | معدل الانتاج اليومى ($م_{جى}$) | تكلفة الاحتفاظ السنويه ($ح_{ى}$) | تكلفة التجهيز لكل دفعة ($ع_{جى}$) |
|---|---|---|---|---|---|
| ١ | ١٢٠٠٠ | ١٢ | ٢٠٠ | ٢ر٣ | ١٠٠ |
| ٢ | ٢١٠٠٠ | ١٠ | ٥٠٠ | ٨ر١ | ٥٠ |
| ٣ | ١٥٠٠٠ | ٦ | ٦٠٠ | ٨ر | ٦٠ |
| ٤ | ٣٠٠٠٠ | ٨ | ٤٠٠ | ٥ر٢ | ٥٢ |
| ٥ | ١٢٠٠٠ | ١٢ | ٢٠٠ | ٥ر٣ | ١٥٠ |
| ٦ | ٩٠٠٠ | ١٣ | ٣٠٠ | ٨ر٢ | ١٢٥ |

ولتحديد الطلب فى اليوم يتم قسمة الطلب السنوى على أيام العمل (٣٠٠ يوم) كما هو موضح فى الجدول رقم (٥٠) التالى :

جـــــــــدول ( ٥٠ )

| المنتج | معدل الانتاج اليومى ($\text{م}_{\text{ج}_ي}$) | معدل الطلب اليومى ($\text{م}_{\text{ط}_ي}$) | $\frac{(\text{م}_{\text{ج}_ي} - \text{م}_{\text{ط}_ي})\text{ك}_ي}{\text{م}_{\text{ج}_ي}}$ | $\text{ح}_ي$ | $\frac{(\text{م}_{\text{ج}_ي} - \text{م}_{\text{ط}_ي})\text{ك}_ي}{\text{م}_{\text{ج}_ي}} \times \text{ح}_ي$ | $\text{ع}_{\text{ج}_ي}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ١ | ٢٠٠ | ٤٠ | ٩٦٠٠ | ٣ر٢ | ٣٠٧٢٠ | ١٠٠ |
| ٢ | ٥٠٠ | ٧٠ | ١٨٠٦٠ | ١ر٨ | ٣٢٥٠٨ | ٥٠ |
| ٣ | ٦٠٠ | ٥٠ | ١٣٧٥٠ | ر٨ | ١١٠٠٠ | ٦٠ |
| ٤ | ٤٠٠ | ١٠٠ | ٢٢٥٠٠ | ٢ر٥ | ٥٦٢٥٠ | ٥٢ |
| ٥ | ٢٠٠ | ٤٠ | ٩٦٠٠ | ٣ر٥ | ٣٣٦٠٠ | ١٥٠ |
| ٦ | ٣٠٠ | ٣٠ | ٨١٠٠ | ٢ر٨ | ٢٢٦٨٠ | ١٢٥ |
| | | | | | ١٨٦٧٥٨ | ٥٣٧ جنيه |

$$\text{ن}_{\text{ج}} = \sqrt{\frac{\text{مجـ}_{ي=1}^{6} (\text{م}_{\text{ج}_ي} - \text{م}_{\text{ط}_ي})\text{ك}_ي \text{ح}_ي / \text{م}_{\text{ج}_ي}}{2\ \text{مجـ}_{ي=1}^{6}\ \text{ع}_{\text{ج}_ي}}} = \sqrt{\frac{186758}{2\ (537)}}$$

= ١٣ر١٩ = ١٣ دفعـــة فى السنه تقريباً .

ان حجم الدفعة أو الشحنه المنتجه لكل منتج $\text{ك}_{\text{ج}_ي} = \frac{\text{ك}_ي}{\text{ن}_{\text{ج}}}$ ويوضح الجدول التالى رقم ( ٥١ ) ذلك .

جـــــــــدول ( ٥١ )

| المنتج | $\text{ك}_ي$ | $\text{ن}_{\text{ج}}$ | $\text{ك}_{\text{ج}_ي}$ |
|---|---|---|---|
| ١ | ١٢٠٠٠ | ١٣ | ٩٢٣ |
| ٢ | ٢١٠٠٠ | ١٣ | ١٦١٥ |
| ٣ | ١٥٠٠٠ | ١٣ | ١١٥٤ |
| ٤ | ٣٠٠٠٠ | ١٣ | ٢٣٠٨ |
| ٥ | ١٢٠٠٠ | ١٣ | ٩٢٣ |
| ٦ | ٩٠٠٠ | ١٣ | ٦٩٢ |

$$\text{ت}_{\text{ج}} = \text{مجـ}_{ي=1}^{\text{س}}\ \text{ك}_ي \text{ف}_ي + 2 \cdot \text{ن}_{\text{ج}}\ \text{مجـ}_{ي=1}^{\text{س}}\ \text{ع}_{\text{ج}_ي}$$

$$= \left[12000(12) + 21000(10) + 15000(6) + 30000(8) + 12000(12) + 9000(13)\right] + 2(13)(537) = 958962 \text{ جنيـــة}$$

# قــرارات الشــراء أم الصنـــــع

ان عملية اتخاذ القرارات تعتبر على درجة كبيرة من الاهمية بالنسبه للمنظمات ، وتقوم المنظمات الصناعية بتقرير ما اذا كان من الافضل القيام بتصنيع المـــواد والعناصر أو القيام بشراءها من المصادر الخارجية. وعادة ما يتم اتخاذ مثـــل ذلك النوع من القرارات بناء على تحليلات التكاليف لكل من الشراء أم الصنع . وتوجد العديد من العوامل والمتغيرات المتداخلة والتى تؤثر على مثل ذلـــك القرار .

وعلى أية حال فان مدير الانتاج علية أن يقوم باتخاذ قرار فيما يتعلق بشراء أو صنع عنصر معين . ان مثل هذا القرار يشتمل على المقارنه والمفاضله بيـــن الإمداد الداخلى (أى الصنع) أو الامداد الخارجى (أى الشراء). وبالطبع فانـــه يوجد العديد من المتغيرات التى تؤثر على كل من هذين النوعين من الامداد. فقـــد يكون السبب فى القيام بعملية التصنيع لاحدى العناصر الداخلة فى المنتج هى وجـود طاقه عاطلة وامكانيات سواء كانت من ناحية الافراد وغيرها يمكن الإستفادة منها. هذا بالاضافة الى أن الامداد الداخلى مصدر يمكن الاعتماد عليه فى الامداد بالمواد المطلوبه فى الموعد المطلوب ، وقد يحقق مزايا اقتصادية أخرى . وهنا نجد أنـــه بناء على العديد من العوامل والمتغيرات (قد لا تكون التكلفة) تتدخل لاتخاذ قرار بعملية الصنع . وبناء على ذلك فلا يوجد قاعدة بسيطه يمكن أن يتم تطبيقها علـــى جميع الحالات وتحت كل الظروف لاتخاذ مثل ذلك القرار . فكل موقف يحكمه الكثيـــر من المتغيرات والتى قد ترجح اتخاذ قرار معين . فلا يوجد قانون ما يحكم جميـــع الظروف والمتغيرات بحيث يمكن تطبيقه فى جميع الاحوال .

واذا نظرنا الى المنشأه التى سوف تقوم بشراء العنصر من الخارج فانه يتـــم تحديد الكمية الاقتصاديه باستخدام نموذج المخزون . واذا كانت المنشأه سوف تقوم

بتصنيع المنتج فانه يتم تحديد الكمية بناء على حجم الانتاج الاقتصادى الذى تم تحديدة من قبل • وبناء على مقارنة التحليلات لكل من كمية الطلب الاقتصادية وكمية الانتاج الاقتصادية فانه يمكن تحديد أى منهم أكثر اقتصادية ويعتبر البديل الأمثل • واذا تم اتخاذ قرار باعتبار التكاليف هى العامل الفاصل فى تحديد أى من القرارين أفضل ، فان تحليلات المخزون يمكن أن تساعد على حل تلك المشكلة• وللتوضيح نورد المثال البسيط التالى :

بفرض أن عنصر ما يمكن أن يتم شراءة بمبلغ ١٠٠ جنيه للوحده أو يمكن تصنيعه بمعدل ١٠٠٫٠٠٠ وحده فى السنه وسوف يكلف ذلك ٧٥ جنيه للوحده • ولو تم الشراء فان تكلفة الاعداد تكون ٤٠ جنيه ، أما تكلفة التجهيز للتصنيع ٢٥٠ جنيه• ان الطلب السنوى لهذا العنصر هو ٥٠٫٠٠٠ وحده ، وتكلفة الاحتفاظ ٢٥٪ من تكلفة الوحده فهل من الأفضل تصنيع العنصر فى الداخل أم شراءه من الجهات الخارجية ؟

بناء على تلك المعلومات نجد الآتى :

<u>فى حالة الشراء :</u>

$$\text{ك}_1 = \sqrt{\frac{\text{٢ ك ع}}{\text{ح}}} = \sqrt{\frac{\text{٢} \times \text{٥٠٫٠٠٠} \times \text{٤٠}}{\text{٢٥ر} \times \text{١٠٠}}} = \text{٤٠٠ وحده}$$

أقل تكلفة ممكنه = $\text{ك ف} + \tfrac{1}{2}\,\text{ح ك}_1$

$$\text{٥٠٫٠٠٠} \times \text{١٠٠} + \text{٢٥ر}\,(\text{١٠٠})(\text{٤٠٠}) = \text{٥٫٠١٠٫٠٠٠ جنيه}$$

<u>فى حالة التصنيع :</u>

$$\text{ك}_{\text{ج}} = \sqrt{\frac{\text{٢ ع}_{\text{ج}}\ \text{ك}}{\text{ح}\ (\text{١} - \text{م}_{\text{ط}} / \text{م}_{\text{ج}})}} = \sqrt{\frac{\text{٢}(\text{٢٥٠})(\text{٥٠٠٠٠})}{\text{٢٥ر} \times \text{٧٥}\ (\text{١} - \frac{\text{٥٠٠٠٠}}{\text{١٠٠٠٠٠}})}}$$

= ١٦٣٣ وحده تقريبا•

أقل تكلفة ممكنه = $\text{ك ف}_{\text{ج}} + (\text{م}_{\text{ج}} - \text{م}_{\text{ط}})\ \text{ح ك}_{\text{ج}} / \text{م}_{\text{ج}}$

= ٣٫٧٥٠٫٠٠٠ + ١٥٫٣٠٩ = ٣٫٧٦٥٫٣٠٩ جنيه

واذا قارنا التكاليف لوجدنا أنه من الأفضل القيام بتصنيع العنصر حيث أنه يوجد وفر فى التكاليف مقداره ١٫٢٤٤٫٦٩١ فى السنه •

# نظام تخطيط متطلبات المواد
# ( ت م م )

عادة ما يتكون المنتج النهائي من العديد من المكونات والتي تمر بمراحل عديدة أثناء العملية الانتاجية الى أن يتم الحصول على المنتج النهائي . وعندما يوجد طلب على المنتج النهائي ، فان كل مكون من مكونات المنتج النهائي (مدخلات) يوجد عليه طلب معين بناء على مستويات الانتاج للمنتج النهائي والتي يتم تحديدها عن طريق التنبوء بالطلب أو بناء على الطلبيات التي يطلبها العملاء .

ان الطلب على عنصر معين يكون منفصل عندما لا يكون مستمر . ويكون الطلب تابع عندما يتعلق مباشرة بـ أو يعتمد على الطلب على العناصر الاخرى أو المنتجات النهائية . وفي حالة وجود طلب مستمر على عنصر ما ومستقل عن الطلب على أي عنصر آخر فانه يمكن استخدام حجم الكمية الاقتصادية ذات الكمية الثابته والمدى الثابت . أما اذا كان الطلب على عنصر ما منفصلا وتابعا للطلب على عنصر آخر والذي هو بدوره يعتبر جزء من هذا العنصر ، فانه يتم استخدام أنظمة تخطيط متطلبات المواد . وغالبا ما نجد في المنظمات الصناعية أن العناصر التي يمكن مراقبتها عن طريق نظام تخطيط متطلبات الانتاج أكبر من عدد العناصر التي يمكن مراقبتها بواسطة نظام حجم الطلبية الثابت .

أن تخطيط متطلبات المواد (ت م م ) ما هو الا نظام لتنسيق قرارات التصنيع وما تتضمنه من خطط لانتاج المكونات المختلفة ، ورقابة المواد الخام ومستويات المخزون والاجزاء المكونه للمنتج ، وجداول المكونات في أقسام التجميع والتصنيع وغيرها ( Orlicky, 1975 ). ويصلح نظام تخطيط مكونات التصنيع أو التجميع للتطبيق على العناصر المنفصله (غير مستمرة) سواء كانت مصنعة أم مشتراه ، والتي تخضع لطلب تابع . فهو يتعلق بمجموعة من المكونات بدلا من معاملة كل مكون

على أنه عنصر منفصل من الناحية الاحصائية. ان معاملة عناصر الطلب التابع بطريقة مستقلة يوءدى الى وجود مخزون كبير .

وعموما فان نظام تخطيط متطلبات المواد يساعد على تخفيض تكاليف الانتاج والاستثمار فى المخزون وفى نفس الوقت يساعد على تحسين مواعيد التسليم للعملاء. انه نظام لتخطيط الكميات والاوقات والتواريخ المستحقة وذلك بناء على التنبوء بالطلبيات ومعرفة رغبات العملاء وتوقع الوقت الممكن أن يتم فيه الحاجة الى المنتجات.

وعلى أية حال فان نظام المخزون ذات الحجم الثابت يرتبط ببعض المساوئ بالمقارنه بنظام ت م م، وذلك فيما يتعلق برقابة عناصر الانتاج. فاذا قارننا نظام الطلبية ذات الحجم الثابت مع نظام تخطيط متطلبات المواد لوجدنا أن مساوئ نظام المخزون ذات الحجم الثابت تتمثل فى الاتى : تتطلب استثمار كبير فى المخزون ومخزون الامان، لا يمكن الاعتماد علية فى حالة تغير الطلب بمعدلات مرتفعه، يتطلب تنبوءات بكل العناصر وتبنى تلك التنبوءات على المعلومات التاريخية الماضية عن الطلب، وقد يوجد احتمال كبير لتقادم المخزون.

وعموما فان نظام كمية الطلب الاقتصادية يعتبر مدخل جزئى، بينما نظام تخطيط متطلبات المواد فهو مدخل مركب (أى أن المنتج النهائى يتكون من العديد من الاجزاء والمكونات). ونجد أن نظام المخزون لكمية الطلب الاقتصادية يبنى على افتراض أن الطلب مستقل ومستمر، بينما فى نظام ت م م فان الطلب تابع وغير مستمر. ويبنى نظام ت م م على المستقبل، كما يتم بناء على التنبوءات وجداول الانتاج، أما الانظمة الاخرى فتبنى على الماضى والمعلومات التاريخية وعلى توقع استمرارها. وتتطلب الانظمة الاخرى مخزون أمان لكل العناصر عموما بينما نظام ت م م يبقى فقط على المخزون من المنتج النهائى. وأيضا نجد أن الانظمة الاخرى

تؤسس نقطة اعادة الطلب مبنية على عدد ثابت من الوحدات أو عدد ثابت من الفترات أما نقطة اعادة الطلب في نظام ت م م فهى تبنى على دورة الوقت وتحدد عن طريق تواريخ استحقاق الطلبيات • ويساعد نظام ت م م عند استخدامه على تخفيض مستويات المخزون والاستثمار فيه • فالهدف الاساسى من ت م م هو ترجمة الخطة الانتاجية الكلية (جدول الانتاج الرئيسى ) الى متطلبات جزئية وتفصيلية • فهو يحدد ما سوف يصنع وكيف ومتى سوف ينتج • .

وعادة ما يكون نظام ت م م أفضل من الانظمة الاخرى للمخزون عندما تتوافر الشروط الاتية : تعقد المنتج النهائى واحتوائه على العديد من العناصر ، ومعرفة الطلب الخاص بالمنتج فى أى فترة زمنية ، ارتفاع ثمن المنتج النهائى ، وان الطلب على العنصر يرتبط بالطلب على العناصر الاخرى فى شكل يمكن التنبوء به ، وان الاسباب التى خلقت الطلب فى فترة زمنية معينه متميزه عن تلك التى خلقتها فى الفترات الاخرى •

ومن الجدير بالذكر ايضاح أن الهدف من المقارنه السابقة ليس ترجيح نظام على نظام آخر وانما يجب ملاحظة أن لكل نظام استخداماته الخاصة به • فنجد مثلا أنه اذا كان الطلب مستمر ومستقل فانه من المرغوب فيه استخدام نظام حجم الطلبية الاقتصاديه • أما الطلب غير المستمر (المنفصل) والتابع فان نظام تخطيط متطلبات المواد يكون هو الافضل • واذا نظرنا الى غالبية الصناعات سواء الانتاجية أو التجميعية فان معظم عناصر المخزون تتفق مع خصائص استخدام مدخل ت م م • أما بالنسبة للموزعين وتجار الجملة فان مدخل ت م م يكون غير مرجح فى هذه الحالة •

## مكونات نظام تخطيط متطلبات المواد

يتعامل نظام تخطيط متطلبات المواد مع كل من الرقابة على المخزون وجدولة

الانتاج • ويوجد ثلاث مكونات أساسية لنظام ت م م وهم : جدول الانتاج الرئيسي ، سجلات مستوى (مركز) المخزون ، سجلات هيكل (تكوين) المنتج • وبدون هذه المكونات الاساسية لنظام تخطيط متطلبات الانتاج ، فانه لا يمكن أن يؤدي وظائفه على الوجه الاكمل •

فيوضح جدول الانتاج الرئيسي خطة الانتاج لكل العناصر النهائية ، فيوجد تسجيل لجدول الطلب على العناصر النهائية لفترات زمنية معينه • ويتم تطوير جدول الانتاج الرئيسي بناء على التنبوءات للعنصر النهائي وطلبيات العملاء • ويساعد نظام تخطيط متطلبات المواد على ترجمة الجدول الرئيسي للعناصر النهائية الى متطلبات تفصيلية بناء على الوقت •

ويحتوى سجلات مستويات المخزون على المخزون المتاح ومستوى المخزون لكل عنصر من عناصر المخزون ، ومعلومات عن أوقات الوصول وأحجام الشحنات المختلفة • ويتم تعريف كل عناصر المخزون بطريقة موحده وأيضا تغيير البيانات بسجلات المخزون بناء على ما يحدث في الواقع حتى تكون البيانات متمشية مع مايحدث في الواقع • وفي نفس الوقت يجب الاحتفاظ بالمستندات المختلفه من ايصالات ، وتوزيعات ، أو أي عمليات سحب وخلافه حتى نحافظ على تكامل السجلات • ويحدد نظام تخطيط متطلبات المواد اجمالى المكونات المطلوبه من جدول الانتاج الرئيسي مع الاخذ في الحسبان المخزون المتاح •

أما سجل هيكل (تكوين) المنتج فيحتوى على معلومات عن كل عنصر أو جزء تجميعي مطلوب لانتاج العنصر النهائي • ويجب أن يتم تعريف كل المنتجات بدقة وبطريقة صحيحه • ويجب أن تتوافر معلومات عن كل العناصر مع وجود رسومات هندسية للعنصر النهائي والتي توضح ما يحتاجه العنصر النهائي من أجل تجميعه • ويتم تطوير هيكل المنتج بناء على الرسومات الهندسية ، والتي بناء عليها يتم حصر كل عنصر من

العناصر الداخلة في المنتج وكذا الكمية المطلوبة لكل مدخل من مدخلات العنصر النهائي حتى يتم تكملته.

وتحتوى سجلات هيكل المنتج على فاتورة المواد الخام للعنصر النهائي بالمستويات التي تمثل الطريقة التي يتم بها التصنيع في الحقيقه ، بدءا من الماده الخام الى التجميعات الفرعية الى التجميع النهائي . وتساعد سجلات هيكل المنتج في تطوير جداول المستوى الادنى لكل التجميعات الفرعية والمكونات المختلفه التي يتكون منها المنتج النهائي . إن الدقه والتكامل لسجلات هيكل المنتج تعتبر شئ حيوى وضرورى للعمليات الانتاجية. فلو أن عنصر ما كان مفقودا من السجل ، فسوف لايتم جدولته وبالتالي يحدث عجز ، ومن الجهة الاخرى لو أن عنصر ما قد تم إدراجه زيادة عن ما هو ضرورى فانه سوف يؤدى الى وجود فائض غير ضرورى في المخزون.

ومن ذلك نجد أن نظام تخطيط متطلبات المواد يستند على جدول الانتاج الرئيسي في تحديد العناصر النهائية ، وعلى سجلات هيكل المنتج في تحديد اجمالي الكميات والمكونات المطلوبه ، وبالاشارة الى سجلات مستويات المخزون ، فان الكميات الاجماليه يتم الحصول عليها مع مراعاة الكميات المتاحه من المخزون عند حسابها.

وبالرغم من أن نظام تخطيط متطلبات الانتاج يعتبر أداه تخطيطية ورقابية فان فائدتها الاكبر ترتكز في قدرتها على اعادة التخطيط والجدولة على ضوء المتغيرات البيئية الطارئه والتي قد لا يمكن رؤيتها في البداية . فيساعد على الاحتفاظ بالاولويات للطلبيات حسب تاريخها الحديث وذلك عن طريق التخطيط واعادة التخطيط للطلبات وتواريخ الاستحقاق للطلبيات . ويجعل تواريخ الاستحقاق متوافقه مع التواريخ المطلوب الانتهاء فيها ، وذلك حتى يتم تنفيذ العمليات كما هو مخطط لها وفي نفس الوقت تخفيض الاستثمار في المخزون الى أقل حد ممكن .

ويجب الاخذ في الاعتبار أن نظام تخطيط متطلبات الانتاج اليدوى لا يعتبر عمليا. ففي حالة تعدد المنتجات وعناصرها يرجح استخدام أنظمة التخطيط المبرمج .

# الفصل الرابع

# نموذج المحاكاة

## مقدمة

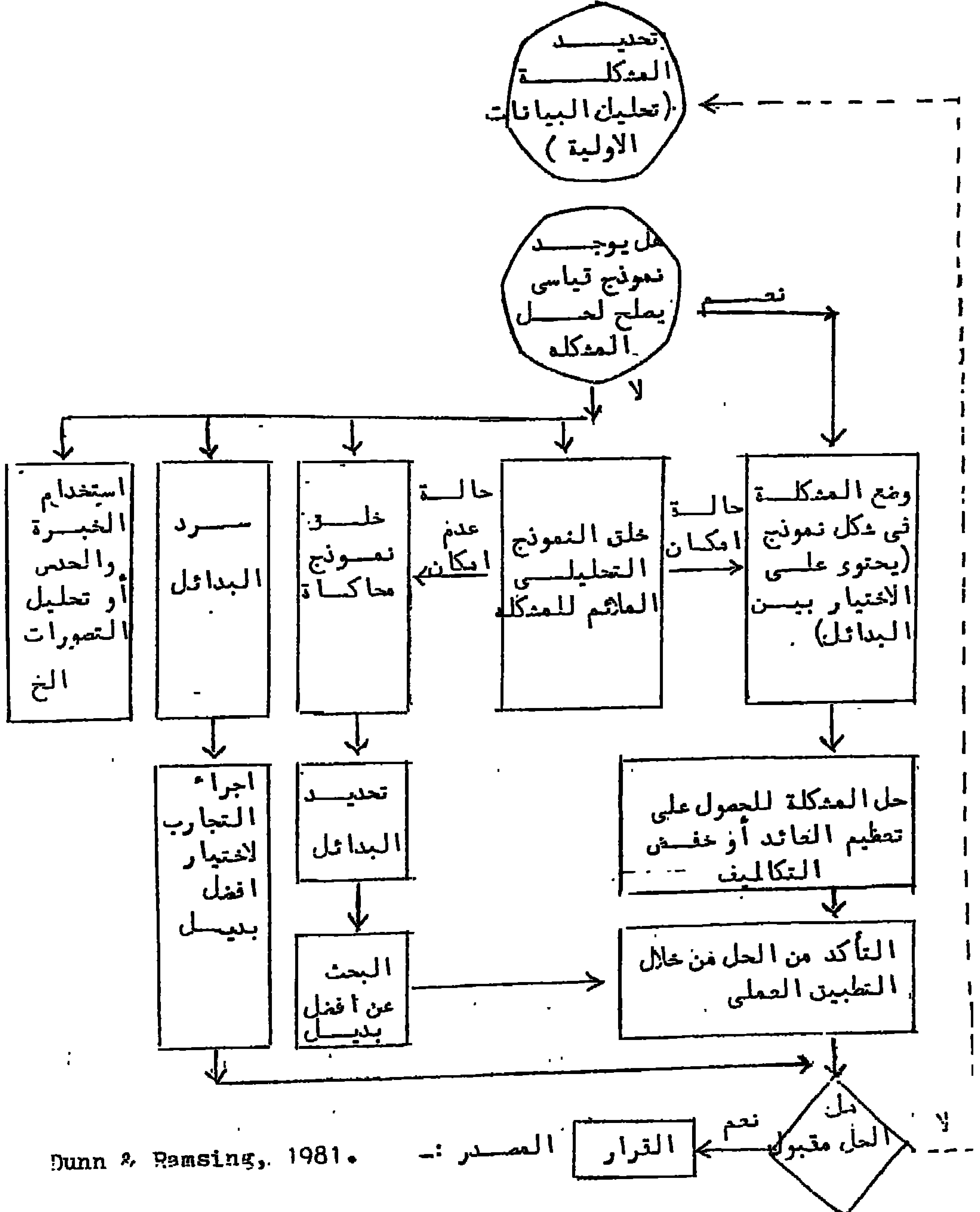
تعتبر المحاكاة من النماذج الادارية السريعة الانتشار والاستخدام . إنها طريقة نظامية لحل المشكلات المعقدة . وتمكن طريقة المحاكاة المدير من إختيار من بين البدائل المتعلقة بدون المخاطرة أو استنفاذ موارد كبيرة لتجريبها . فيمكن التأكد من مدى تأثير العديد من السياسات البديلة بدون تغيير النظام الحقيقي . فالمحاكاة تعطي المدير الفرصة لاختيار وتقييم العروض أو البدائل دون تحمل المخاطرة الناتجة عن اجراء التجارب بالواقع العملي والتي قد تنتج عن طرح مداخل تجريبية قد ينشأ عن اجراءها نتائج خطيرة من حيث التكاليف والتتابعات الاخرى .

فعندما تقع المشكلات التي تواجه الادارة في ظروف عدم التأكد ، فانه من الصعوبة بمكان في بعض الاحوال التوصل الى حل نموذجي أو مرضي . فبعض المشكلات تشتمل على أحداث يمكن وضعها في صورة احتمالية . وفي تلك الحالة فانه يمكن عرض الاحتمالات في صورة توزيع احصائي قياسي ثم التوصل الى حل . ومن الجهة الاخرى ، فان معظم المشكلات قد تشتمل على متغيرات لا يمكن تمثيلها في صورة توزيع احصائي قياسي . هذا بالاضافة الى أن الكثير من المشكلات تشتمل على تفاعل وتداخل العديد من المتغيرات الاحتماليه والتي قد يصعب معها استخدام النماذج الرياضيه التي تستخدم المدخل التحليلي . وفي مثل هذه الحالات يتم استخدام تطبيق خاص للعينه العشوائية يسمى نموذج مونتي كارلو والذي يمكن أن يساهم في التوصل الى حل . فهذا النموذج عبارة عن عملية تطوير وتنمية البيانات من خلال استخدام بعض الارقام العشوائية .

وهنا يثور التساؤل عن نطاق استخدامات نموذج المحاكاة ، حيث لا توجد اجابة قاطعه وسهلة لذلك التساؤل . فهناك عديد من الاستخدامات للمحاكاة والتي قد يصعب حصرها . ويوضح الشكل (٥٤) التالي مكان نموذج المحاكاة عندما يتم اختيار

شـــــــكل (٥٤)

عملية اختيار نمـوذج اتخـاذ القـرار




المصدر :- Dunn & Ramsing, 1981.

نماذج اتخاذ القرارات كالنماذج القياسية (مثل البرمجة الخطية) والنماذج التحليلية (مثل تفريعات نظرية صفوف الانتظار). وينبغى هنا ملاحظة أن الاختيار الامثل للنموذج أو النماذج الملائمة لاتخاذ القرار يعتبر على درجة من الاهمية للتطبيق العملي. فمن خلال ذلك نتوصل الى ربط النماذج العلمية بالواقع العملي وسد الهوة بين النظرية والتطبيق العملي.

فحينما تثور مشكلة ما يتم تحديد المشكلة وجمع البيانات الاولية عنها واكتشاف ما اذا كان هناك نموذج قياسي (كالبرمجه الخطية مثلا) يصلح لحل تلك المشكله. فاذا كان ذلك كذلك فانه يتم حل المشكله بالنموذج القياسى الملائم للتطبيق العملي وتعظيم العوائد ويتم اختبار تطبيق الحل واتخاذ القرار بناء على ذلك. أما اذا لم يكن هناك نموذج قياسى صالح لحل المشكله فانه يتم البحث عن النموذج التحليلى الملائم عمليا لحل المشكله (مثل تفريعات صفوف الانتظار) مثلا) ثم يتم اتخاذ القرار بناء على ذلك. أما اذا لم تصلح النماذج القياسية أو النماذج التحليلية، فإننا نلجأ الى بدائل أخرى لسد الهوة بين النظرية والتطبيق العملى كنماذج المحاكاة أو اجراء التجارب الميدانية أو استخدام الخبرة أو تحليل التصورات " Multible Scenarios " أو خلافه ثم يتم اتخاذ القرار بناء على ذلك. ويستخدم تحليل التصورات المتعددة عادة فى الظروف البيئية البالغة التغيير والتقلب وذلك للتعرف على أبعاد التوقعات البيئية التى تمارس فى اطارها أنشطة المنشأة (Kleinland & Linneman, 1981). وتبعا لهذا الاسلوب يتم خلق أكثر من تصور تتراوح بين التفاؤل والتشاؤم حيث تقوم الادارة بالاختيار من بينها حيث يتم اتخاذ القرار بناء على ذلك (Dam, 1981).

وعلى أية حال فان نموذج المحاكاة قد لا يؤدى الى التوصل الى الحل الامثل وذلك نظرا لان التوصل الى حل أمثل يتوقف أيضا على قدرة الادارة على اشتمال جميع

البدائل الممكنه وتقييمها • فالمحاكاة توضح الحلول الممكنه بناء على منخبات البدائل التى تم اختيارها بواسطة المدير • وعادة ما تطور نماذج المحاكاة حلول تقريبية بدلا من حلول تحليلية للمشكلة• ولكنها تمكن من التعامل مع المواقف المعقدة جدا والتى قد لا يمكن ايجاد حلول لها بالطرق التحليلية• وذلك نظرا لانها تمكن المحلل من التعامل مع التفاعلات للمتغيرات التابعة• وتستخدم المحاكاة لاعادة انتاج سلسلة مشابهة تماما للاحداث والتى يمكن أن تحدث فى الممارسة العملية ولو تم محاكاة أحداث كافية وتحديد قيمة الوسط الحسابى لها ، فانه يمكن افتراض أن قيمة الوسط ممثلة لما هو محتمل أن يحدث فى الواقع لو أنه يوجد موقف حقيقى • ان استخدام نماذج المحاكاة قد لا يكون ممكنا لو لم يتم استخدام الحاسب الآلى وذلك بالرغم من عدم صعوبة تصميم العديد من نماذج المحاكاة ، وعدم اشتمالها على قدر كبير من الرياضيات المتقدمة ، فالآلاف من عمليات الضرب البسيطة والحسابات مطلوبة لكل عملية محاكاة، والعمليات الحسابية عادة ما تكون عديدة وكثيرة بالطريقة اليدوية• وهنا تبدو أهمية الحاسب الآلى • وخلاصة القول أن المحاكاة تعتبر أداة هامة للادارة وذلك نظرا لانها تمكن من تبنى العديد من المتغيرات والثوابت المرتبطة بالمشكله فى بيئة (ممثلة)•

## أقسـام المحـاكـاة

يمكن تقسيم نماذج المحاكاة الى قسمين أساسين وهما المحاكاة المحددة والاحتمالية• فالنماذج المحددة لها خصائص يمكن وضعها بوضوح والقيم المحددة للمتغيرات فى مدخلات النظام• ان المدخل التقليدى لانظمة الاعمال يكون محددا ، يتم استخدام المعادلات كاطار لوضع النموذج • والمداخل التقليدية تعتبر محددة نظرا لانها لا تشتمل على توزيعات احتماليه• فالمتغيرات يجب أن تكون مستمرة•

والعلاقات بين المتغيرات تكون ثابتة بمرور الوقت. أما النماذج الاحتماليه فهي ذات متغيرات أساسية يتم تعريفها بالتوزيعات الاحتماليه وليس بالقيم المحددة كما أن المتغيرات ليست مستمرة ، والعلاقات يمكن أن تتغير بمرور الوقت. وفي الواقع العملي نجد أن هناك العديد من الحوادث في منظمات الاعمال والتي تقع في اطار ذلك النوع الاحتمالي . ومثال على ذلك: يفرض أن ملاحظ يقوم بامداد العمال الفنيين بالادوات اليدوية في موقع ما ، ويأخذ ذلك منه ٦ دقائق بالضبط لخدمة كل عامل فني . واذا تم محاكاة ٣٠ دقيقة ( من ٨:٠٠ - الى ٨:٣٠) لادارة حجرة الادوات ، فلو أن العمال الفنيين يصلون في الاوقات الآتية: ٨:٠٠ ، ٨:٠٢ ، ٨:٠٨ ، ٨:٢٠ ، ٨:٣٠ . فالمطلوب توضيح الوقت العاطل للملاحظ ووقت الانتظار للعمال الفنيين ، وعدد العمال الفنيين في صف الانتظار .

يوضح الجدول (٥٢) المعلومات ذات العلاقة . فالملاحظ يكون عاطل لمدة ٦/٣٠ أو ٢٠٪ من الوقت .

جدول (٥٢)

| وقت وصول العامل الفني | وقت إبتداء الخدمة | وقت انتهاء الخدمة | الوقت العاطل للملاحظ | وقت انتظار العامل الفني | عدد العمال في الصف |
|---|---|---|---|---|---|
| ٨:٠٠ | ٨:٠٠ | ٨:٠٦ | صفر | صفر | صفر |
| ٨:٠٢ | ٨:٠٦ | ٨:١٢ | صفر | ٤ | ١ |
| ٨:٠٨ | ٨:١٢ | ٨:١٨ | ٢ | ٤ | ١ |
| ٨:٢٠ | ٨:٢٠ | ٨:٢٦ | ٤ | صفر | صفر |
| ٨:٣٠ | ٨:٣٠ | ٨:٣٦ | صفر | صفر | صفر |

# المحاكاة بطريقة مونتى كارلو

ان نموذج مونتى كارلو يشتمل على وضع نموذج احتمالى لموقف حقيقى ثم استخدام الارقام العشوائية لخلق كمية كبيرة من البيانات • ان النموذج هو الذى يميز المحاكاة عن المدخل التجريبى بالمعنى الكلاسيكى • فهذا النموذج يسمح بخلق كمية كبيرة من البيانات والتى قد تأخذ شهور وقد تكون سنوات لتراكمها • ويتبع خلق البيانات عن طريق المحاكاة حسابات كثيرة والتى يتم عملها بحيث تمكن من حل المشكلة • وتتمثل الخطوات الرئيسية لمحاكاة لمونتى كارلو فى الاتى :

(١) تحديد المتغيرات الاساسية والضرورية عن المشكلة وعمل توزيعات احتمالية لها • ومن الجدير بالذكر ملاحظة أن التوزيعات الاحتمالية للمتغيرات تكون معروفة ولكن ليس بالضرورة وجود معادلات رياضية خاصة بها •

(٢) تحويل التوزيعات التكرارية الى توزيعات احتمالية تراكمية • وهذا يجب أن يحدث لكى يتم استخدام الارقام العشوائية لمحاكاة السلوك • ويحدد التوزيع الاحتمالى المتراكم قيمة للمتغير والتى تكون مصاحبة مع كل رقم عشوائى معين •

(٣) يتم أخذ عينه عشوائية من جدول الارقام العشوائية ويتم استخدام تلك الارقام العشوائية مع التوزيعات الاحتمالية التراكمية للحصول على قيم متغيرة ومحددة لكل عملية متكررة للمحاكاة • ان تتابع الارقام العشوائية التى تم اخذها من جدول الارقام العشوائية سوف يساعد على خلق كمية كبيرة من البيانات •

(٤) محاكاة كل عملية تحت التحليل لعدد معين من المرات الضروريه قد يكون عدد المرات كبير أو صغير على حسب ما يرى متخذى القرار • ويمكن تحديد العدد الملائم من المرات لكل عملية محاكاة بنفس الطريقة التى تحدد بها حجم العينة فى التجربه الحقيقية فى الحياة العملية • ويمكن أيضا استخدام الاختبارات الاحصائية للثقة

للتأكد من أن حجم العينه يعتبر حجم كافى . ومع استخدام الحاسب الآلى يمكن أن تزيد حجم العينه بدون وجود أية صعوبه .

هذا ويمكن الحصول على التوزيعات التكراريه من السجلات التاريخية أو عن طريق الملاحظة أو باجراء التجارب أو من أى مصدر آخر . وعلى أية حال فانه يوجد العديد من الاستخدامات العملية لمحاكاة مونتى كارلو ، وعلى سبيل المثال فانه يمكن استخدامها لحل مشكلات صفوف الانتظار ، ومشكلات التخطيط الداخلى للمصنع وذلك لخطوط التجميع المتعددة المراحل ، ومشكلات المخزون وتحديد نقطة الطلب وكميات اعادة الطلب ، ومشكلات احلال الآلات وخلافه . وللتوضيح نورد المثال التالى :

بفرض أن التوزيع الاحتمالى لأوقات التجميع لمنتج ما موضحة فى الجدول رقم (٥٣) ، والمطلوب تحديد متوسط وقت التجميع عن طريق محاكاة وقت الاداء لعشرون مرة باستخدام الارقام العشوائية التالية : ٠٥ ، ٩٦ ، ٤٦ ، ٥٨ ، ٣٠ ، ٩٩ ، ١٠ ، ١٥ ، ٢٥ ، ٣٥ ، ٤٠ ، ٥٧ ، ٠٣ ، ١٥ ، ٢٠ ، ٩٨ ، ٦٦ ، ٧٠ ، ٥٥ ، ١٤ .

جدول (٥٣)

| الوقت بالدقيقه | ١١ | ١٢ | ١٣ | ١٤ | ١٥ | ١٦ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| التكرار | ١٥ | ٢٥ | ٢٠ | ١٥ | ١٥ | ١٠ | المجموع = ١٠٠ |

الحل : يتم تحويل التوزيع التكرارى الى توزيع تكرارى (متجمع) تراكمى ويتم الحصول على الارقام العشوائية باستخدام التكرار المتجمع كالاتى كما هو موضح فى جدول (٥٤) :

جدول (٥٤)

| الوقت | التكرار | التكرار التراكمى | الارقام العشوائية |
|---|---|---|---|
| ١١ | ١٥ | ١٥ | ٠١ - ١٥ |
| ١٢ | ٢٥ | ٤٠ | ١٦ - ٤٠ |
| ١٣ | ٢٠ | ٦٠ | ٤١ - ٦٠ |
| ١٤ | ١٥ | ٧٥ | ٦١ - ٧٥ |

جـــدول (٥٤) مستمــر:

| | | | |
|---|---|---|---|
| ١٥ | ١٥ | ٩٠ | ٧٦ - ٩٠ |
| ١٦ | ١٠ | ١٠٠ | ٩١ - ١٠٠ |

ويتم الحصول على وقت التجميع المحاكى وذلك بالنظر الى كل رقم عشوائى وموقعه على التوزيع التكرارى المتراكم . فنجد أن الارقام العشوائية فى المدى ٠١ - ١٥ تعطى وقت أداء مقداره ١١ دقيقه ، ١٦ - ٤٠ تعطى وقت أداء مقداره ١٢ دقيقه ، ٤١ - ٦٠ تعطى وقت أداء مقدارة ١٣ دقيقه ، ٦١ - ٧٥ تعطى وقت أداء مقداره ١٤ دقيقه ، ٧٦ - ٩٠ تعطى وقت أداء مقداره ١٥ دقيقه ، ٩١ - ١٠٠ تعطى وقت أداء مقداره ١٦ دقيقه. ويتم بعد ذلك عمل الجدول رقم (٥٥) لـ ٢٠ مرة كما هو مطلوب . وباستخدام الارقام العشوائيه التى تم ذكرها وذلك كالاتى : لو استخدمنا الرقم العشوائى ٠٥ ، لوجدنا أنه يقع فى المدى ٠١ - ١٥ والذى يقابل وقت أداء مقداره ١١ دقيقه . والرقم العشوائى ٩٦ يقع فى المدى ٩١ - ١٠٠ ويقابله وقت أداء مقداره ١٦ . وهكذا بالنسبه لكل الارقام العشوائية التى تم ذكرها كما هو موضح فى جدول (٥٥).

جـــدول (٥٥)

| مرات المحاكاة | وقت التجميع المحاكى بالدقائق | مرات المحاكاة | وقت التجميع المحاكى بالدقائق |
|---|---|---|---|
| ١ | ١١ | ١١ | ١٢ |
| ٢ | ١٦ | ١٢ | ١٣ |
| ٣ | ١٣ | ١٣ | ١١ |
| ٤ | ١٣ | ١٤ | ١١ |
| ٥ | ١٢ | ١٥ | ١٢ |
| ٦ | ١٦ | ١٦ | ١٦ |
| ٧ | ١١ | ١٧ | ١٤ |
| ٨ | ١١ | ١٨ | ١٤ |
| ٩ | ١٢ | ١٩ | ١٣ |
| ١٠ | ١٢ | ٢٠ | ١١ |
| | | | المجموع = ٢٥٤ |

∴ متوسط وقت التجميع = $\frac{٢٥٤}{٢٠}$ = ١٢٫٧ دقيقـــــه

# مشكلة محاكاة المخزون المستمر

بفرض أنه مطلوب تقليل تكاليف المخزون الى أدنى حد ممكن لعنصر معين من عناصر المخزون في ظل وجود طلب متغير ووقت وصول متغير • وبفرض توافر المعلومات التاليه والمصاحبه لنشاط التخزين :

- تكاليف الاعداد للطلبيه تساوى ٢٠ جنيـــه
- تكاليف الاحتفاظ للوحده الواحدة في الاسبوع ١٠ جنيـــه
- تكاليف نفاد المخزون لكل اسبوع يحدث فيه نفاد يساوى ٤٠ جنيـــه•

وبفرض أن تكاليف نفاد المخزون يتم أخذها في الحسبان مرة واحدة في الاسبوع ، وبفرض توافر المعلومات الاتية الموضحة في جدول ( ٥٦ ) ، ( ٥٧ ) عن الطلب التاريخي ووقت الوصول

جـــدول ( ٥٦ )•

| الكمية المطلوبه (وحدة/اسبوع) | التكرار |
|---|---|
| صفر | ٣ |
| ١ | ٥ |
| ٢ | ١٥ |
| ٣ | ٢٥ |
| ٤ | ١٠ |
| ٥ | ١٥ |
| ٦ | ٨ |
| ٧ | ٨ |
| ٨ | ٧ |
| ٩ | ٢ |
| ١٠ | ٢ |
| | ١٠٠ |

جـــدول ( ٥٧ )

| وقت الوصول من طلب الطلبيه الى التسليم (بالاسابيع ) | التكرار |
|---|---|
| ١ | ٥٠ |
| ٢ | ٢٠ |
| ٣ | ١٩ |
| ٤ | ٨ |
| ٥ | ٣ |
| | ١٠٠ |

والمطلوب : تحديد كمية الطلب ونقطة اعادة الطلب ( وذلك بفرض أنه عندما ينخفض رصيد المخزون فى نهاية الاسبوع الى نقطة اعادة الطلب أو أسفل منها ، يتم طلب الطلبيه ) واللذين سوف يخفضان تكلفة المخزون الى أدنى حد ممكن .

يمكن حل هذه المشكلة باستخدام المحاكاة وبطريقه غير معقدة . ويمكن ملاحظة وعمل ٩٦ عملية محاكاة ممكنه . فكل خلية فى المصفوفة التالية بجدول (٦٠ ) يمكن أن تكون النتيجة الاقل تكلفة للمخزون ، والخلية ذات التكلفة الاقل سوف توضح نقطة اعادة الطلب والكمية . وللتبسيط سوف نقوم بحساب خلية ح ٤، ١٢ لعدد وقدرة ٣٠ مرة . ويتم تحويل التوزيعات التكرارية الى توزيعات تكرارية متراكمة كما هو موضح فى الجدولين التاليين رقم ( ٥٨ ) ، ( ٥٩ ) :

جدول ( ٥٨ )

| الكمية المطلوبه (وحدة/اسبوع) | التكرار | التكرار المتراكم | الارقام العشوائية |
|---|---|---|---|
| صفر | ٣ | ٣ | ٠١ - ٠٣ |
| ١ | ٥ | ٨ | ٠٤ - ٠٨ |
| ٢ | ١٥ | ٢٣ | ٠٩ - ٢٣ |
| ٣ | ٢٥ | ٤٨ | ٢٤ - ٤٨ |
| ٤ | ١٠ | ٥٨ | ٤٩ - ٥٨ |
| ٥ | ١٥ | ٧٣ | ٥٩ - ٧٣ |
| ٦ | ٨ | ٨١ | ٧٤ - ٨١ |
| ٧ | ٨ | ٨٩ | ٨٢ - ٨٩ |
| ٨ | ٧ | ٩٦ | ٩٠ - ٩٦ |
| ٩ | ٢ | ٩٨ | ٩٧ - ٩٨ |
| ١٠ | ٢ | ١٠٠ | ٩٩ - ١٠٠ |

جدول ( ٥٩ )

| وقت الوصول | التكرار | التكرار المتراكم | الارقام العشوائية |
|---|---|---|---|
| ١ | ٥٠ | ٥٠ | ٠١ - ٥٠ |
| ٢ | ٢٠ | ٧٠ | ٥١ - ٧٠ |
| ٣ | ١٩ | ٨٩ | ٧١ - ٨٩ |
| ٤ | ٨ | ٩٧ | ٩٠ - ٩٧ |
| ٥ | ٣ | ١٠٠ | ٩٨ - ١٠٠ |

جـــــــدول ( ٦٠ )

| نقطة اعادة الطلب / كمية الطالب | ١ | ٢ | ٣ | ٤ | ٥ | ٦ | ٧ | ٨ | ٩ | ١٠ | ١١ | ١٢ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| صفر | ح ١،٠ | ح ٢،٠ | ح ٣،٠ | ح ٤،٠ | ح ٥،٠ | ح ٦،٠ | ح ٧،٠ | ح ٨،٠ | ح ٩،٠ | ح ١٠،٠ | ح ١١،٠ | ح ١٢،٠ |
| ١ | ح ١،١ | ح ٢،١ | ح ٣،١ | ح ٤،١ | ح ٥،١ | ح ٦،١ | ح ٧،١ | ح ٨،١ | ح ٩،١ | ح ١٠،١ | ح ١١،١ | ح ١٢،١ |
| ٢ | ح ١،٢ | ح ٢،٢ | ح ٣،٢ | ح ٤،٢ | ح ٥،٢ | ح ٦،٢ | ح ٧،٢ | ح ٨،٢ | ح ٩،٢ | ح ١٠،٢ | ح ١١،٢ | ح ١٢،٢ |
| ٣ | ح ١،٣ | ح ٢،٣ | ح ٣،٣ | ح ٤،٣ | ح ٥،٣ | ح ٦،٣ | ح ٧،٣ | ح ٨،٣ | ح ٩،٣ | ح ١٠،٣ | ح ١١،٣ | ح ١٢،٣ |
| ٤ | ح ١،٤ | ح ٢،٤ | ح ٣،٤ | ح ٤،٤ | ح ٥،٤ | ح ٦،٤ | ح ٧،٤ | ح ٨،٤ | ح ٩،٤ | ح ١٠،٤ | ح ١١،٤ | ح ١٢،٤ |
| ٥ | ح ١،٥ | ح ٢،٥ | ح ٣،٥ | ح ٤،٥ | ح ٥،٥ | ح ٦،٥ | ح ٧،٥ | ح ٨،٥ | ح ٩،٥ | ح ١٠،٥ | ح ١١،٥ | ح ١٢،٥ |
| ٦ | ح ١،٦ | ح ٢،٦ | ح ٣،٦ | ح ٤،٦ | ح ٥،٦ | ح ٦،٦ | ح ٧،٦ | ح ٨،٦ | ح ٩،٦ | ح ١٠،٦ | ح ١١،٦ | ح ١٢،٦ |
| ٧ | ح ١،٧ | ح ٢،٧ | ح ٣،٧ | ح ٤،٧ | ح ٥،٧ | ح ٦،٧ | ح ٧،٧ | ح ٨،٧ | ح ٩،٧ | ح ١٠،٧ | ح ١١،٧ | ح ١٢،٧ |
| ٨ | ح ١،٨ | ح ٢،٨ | ح ٣،٨ | ح ٤،٨ | ح ٥،٨ | ح ٦،٨ | ح ٧،٨ | ح ٨،٨ | ح ٩،٨ | ح ١٠،٨ | ح ١١،٨ | ح ١٢،٨ |

ويوضح جدول (٦١ ) محاكاة ٣٠ مرة لطلبية مقدارها ١٢ وحدة ونقطة اعادة طلب مقدارها ٤ وحدات ، وذلك بفرض أننا سوف نقوم بتقييم الخلية ( $ح_{١٢٦٤}$ ) وباقتران الارقام العشوائية الموضحة بالجدول ( ٦١ )٠

$$\text{متوسط التكلفة} = \frac{\text{تكلفة الاحتفاظ + تكلفة الاعداد + تكلفة نفاد المخزون}}{\text{ن}}$$

$$= \frac{١٥٦٠ + ١٨٠ + ١٢٠}{٣٠} = ٦٢ \text{ جنيـــــة}$$

ملاحظات حول الحـــل :

يبدأ مثال المحاكاة السابق مع رصيد الوحدات الاساسية وهو ١٢ وحدة٠ ويتـــم الحصول على قيم الطلب للفترة (المرة) الاولى باستخدام الارقام العشوائية الموضحه بجدول ( ٦١ ) ، فنجد الرقم ٢٠ فى الفترة الأولى يقابل طلب مقداره ٢ فى الجدول السابق رقم (٥٨)، وهكذا بالنسبة لجميع الارقام الاخرى٠ ويتم طرح قيمة الطلـــب من رصيد الوحدات (وهو ١٢ وحدة ) للفترة السابقه والتى ينتج عنها رصيد الوحدات فى نهاية الفترة وهو ١٠ وحدات٠ وفى نهاية كل فترة ، فان موقف المخزون يتم مقارنته مع نقطة اعادة الطلب المفترضه من قبل وهى ٤ وحدة ٠ فلو أن رصيد المخزون كان ٤ أو أقل فانه يتم طلب طلبية جديده ويتم تحديد وقتها وذلك عن طريق رؤيـــة الرقم العشوائى للتسليم ومقابلته مع الارقام العشوائية بجدول التوزيع التكرارى السابق رقم ( ٥٩ ) ٠ فمثلا نجد أن الرقم العشوائى ٧١ كما هو موضح فى الجدول (٦١) يقابل وقت وصول مقداره ٣ أسابيع فى جدول التوزيع التكرارى المتراكم وهكذا بالنسبة لتحديد أوقات الوصول فى الجدول ( ٦١ )٠ أما اذا ارتفع رصيد المخزون عن نقطة اعادة الطلب وهى ٤ وحدات فلا يتم اتخاذ أى فعل (أى لا يتم طلب طلبيـــة جديدة)٠ ومع بداية كل فترة جديدة ، فان أى استلام للطلبيات يتم اضافته الى رصيد الوحدات من الفترة السابقه ، وتستمر العملية للعدد المحدد من الفترات٠ ويتـــم

جدول ( ٦١ )

| الاسبوع المحاكي | الارقام العشوائية | | النشاط المحاكي | | | | التكلفة المحاكاة | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | الطلب | التسليم | الطلب | وقت الطلبية | الوحدات المستلمة | الرصيد من الوحدات | تكلفة الاحتفاظ | تكلفة الاعداد | تكلفة النفاد |
| | | | الطلب | | | ١٢ | | | |
| ١ | ٢٠ | ٩٠ | ٢ | | | ١٠ | ١٠٠ | | |
| ٢ | ٠٤ | ٩٨ | ١ | | | ٩ | ٩٠ | | |
| ٣ | ٨١ | ٧١ | ٦ | ٣ | | ٣ | ٣٠ | ٢٠ | |
| ٤ | ١٦ | ٣٥ | ٢ | | | ١ | ١٠ | | |
| ٥ | ٦٢ | ١١ | ٥ | | | صفر | | | ٤٠ |
| ٦ | ٧٥ | ٠٣ | ٦ | | ١٢ | ٦ | ٦٠ | | |
| ٧ | ٢٠ | ٤٠ | ٢ | ١ | | ٤ | ٤٠ | ٢٠ | |
| ٨ | ٠٦ | ٥٠ | ١ | | ١٢ | ١٥ | ١٥٠ | | |
| ٩ | ٣٢ | ٩٩ | ٣ | | | ١٢ | ١٢٠ | | |
| ١٠ | ٢٥ | ٢٢ | ٣ | | | ٩ | ٩٠ | | |
| ١١ | ٦٣ | ٥٦ | ٥ | ٢ | | ٤ | ٤٠ | ٢٠ | |
| ١٢ | ٢٠ | ٧٩ | ٢ | | | ٢ | ٢٠ | | |
| ١٣ | ٩٤ | ٤١ | ٨ | | ١٢ | ٦ | ٦٠ | | |
| ١٤ | ٤٥ | ٧٠ | ٣ | ٢ | | ٣ | ٣٠ | ٢٠ | |
| ١٥ | ٢٧ | ٥٦ | ٣ | | | صفر | | | ٤٠ |
| ١٦ | ٢٢ | ٨٣ | ٢ | | ١٢ | ١٠ | ١٠٠ | | |
| ١٧ | ٧٩ | ٦٧ | ٦ | ٢ | | ٤ | ٤٠ | ٢٠ | |
| ١٨ | ٤١ | ٣٨ | ٣ | | | ١ | ١٠ | | |
| ١٩ | ٨٥ | ٠٨ | ٧ | | ١٢ | ٦ | ٦٠ | | |
| ٢٠ | ٥٦ | ٥٠ | ٤ | ١ | | ٢ | ٢٠ | ٢٠ | |
| ٢١ | ٩٦ | ٤٩ | ٨ | | ١٢ | ٦ | ٦٠ | | |
| ٢٢ | ٧٢ | ١٠ | ٥ | ١ | | ١ | ١٠ | ٢٠ | |
| ٢٣ | ٨٨ | ٥٥ | ٧ | | ١٢ | ٦ | ٦٠ | | |
| ٢٤ | ٤٩ | ٣٧ | ٤ | ١ | | ٢ | ٢٠ | ٢٠ | |
| ٢٥ | ٤٠ | ٦٤ | ٣ | | ١٢ | ١١ | ١١٠ | | |
| ٢٦ | ٤٥ | ٧٦ | ٣ | | | ٨ | ٨٠ | | |
| ٢٧ | ٤٧ | ٨٠ | ٣ | | | ٥ | ٥٠ | | |
| ٢٨ | ٥٨ | ٦٠ | ٤ | ٢ | | ١ | ١٠ | ٢٠ | |
| ٢٩ | ٢٠ | ٨٥ | ٢ | | | صفر | | | ٤٠ |
| ٣٠ | ٣٠ | ٥٠ | ٢ | | ١٢ | ٩ | ٩٠ | | |
| | | | | | | | ١٥٦٠ | ١٨٠ | ١٢٠ |

الحصول على تكلفة المخزون في نهاية كل فترة زمنية ، وللحصول على متوسط التكلفة للخليه التي تم محاكاتها وذلك عن طريق اضافة كل تكاليف المخزون وقسمتها على عدد الفترات الزمنية المحاكاة (٣٠ فترة).

ان المحاكاة السابقة للخلية في المصفوفة توضح وجود عدد كبير من الحسابات البسيطة المصاحبه للمحاكاة. وبالرغم من بساطة الحسابات إلا أن كميتها تحتم استخدام الحاسب الالي . فعن طريق الحاسب الآلي يمكن عمل آلاف من تلك الحسابات دون أية صعوبة.

ويجب ملاحظة أن المحاكاة التي تم عملها تعطي التكلفة المتعلقه بالخلية $ح_{١٢٦٤}$ في المصفوفه وذلك في حالة اعتبار ٣٠ فترة عدد ملائم للمحاكاة. ولتحديد أفضل خلية مرغوبه في المصفوفه ، فانه يتم عمل محاكاة لجميع الخلايا بنفس الطريقة السابقة واختيار أقلها تكلفة . وهنا يجب ملاحظة أنه قد تم افتراض الاتي عند حساب التكلفة المتعلقه بالخلية $ح_{٤ ، ١٢}$ :

(١) أنه تم تحديد تكلفة الاحتفاظ بناء على عدد الوحدات في المخزن في نهاية كل اسبوع .

(٢) لو أن الطلب يزيد عن الرصيد الموجود ، فان العميل سوف يقبل عدد الوحدات الموجودة حتى ولو كان يرغب في عدد أكبر من الوحدات.

(٣) لو أن الطلب على العنصر لم يتم اشباعه في اسبوع معين ، فانه يتم فقدة ولا يتم تغطيته من الاسابيع التاليه.

(٤) كل الطلبات يتم استلامها في بداية اسبوع العمل .

(٥) أن تكلفة نفاد المخزون هي ٤٠ جنيه في الاسبوع كحد أقصى وبغض النظر عن عدد الوحدات المطلوبه والتي لم يتم اشباعها ، وقد يتم في بعض الحالات وضع تكلفة نفاد لكل وحدة ويتم حسابها على أساس عدد الوحدات التي لم يتم اشباعها مضروبا

في تكلفة النفاد للوحدة الواحدة • وللتوضيح نورد المثال التالي :

بفرض أن تكاليف نفاد المخزون كانت ٤٠ جنية للوحدة الواحدة • فما هو متوسط التكلفة في الاسبوع في المثال السابق مع افتراض عدم تغيير كل الاعتبارات الاخرى • ان تكاليف الاعداد والاحتفاظ لم يتم تغييرها • وكل ما تغير هو تكلفة نفاد المخزون حيث أصبحت على أساس الوحدة الواحدة • وعليه فان تكلفة نفاد المخزون سوف تتغير للفترات ٥ ، ١٥ ، ٢٦ عندما يحدث نفاد للمخزون كما هو موضح في الجدول (٦٢ ):

جـــــــدول ( ٦٢ )

| الاسبوع المحاكي | العجز في المخزون | تكلفة النفاد |
|---|---|---|
| ٥ | ٤ وحدة | ١٦٠ |
| ١٥ | صفر | صفر |
| ٢٩ | ١ | ٤٠ |
| | | ٢٠٠ |

$$\text{متوسط التكلفة} = \frac{\text{تكلفة الاحتفاظ} + \text{تكلفة الاعداد} + \text{تكلفة النفاد}}{٣٠}$$

$$= \frac{١٥٦٠ + ١٨٠ + ٢٠٠}{٣٠} = ٦٤٫٦٧ \text{ جنية / أسبوع}$$

## محاكاة المخزون الدوري

بفرض الحاجة الى خفض التكاليف الى أقل حد ممكن في المثال السابق مع استخدام نظام المخزون الدوري • وبفرض أن أقصى عدد من الوحدات يمكن ان يتم تخزينه هو ١٠٠ وحدة نظرا لوجود قيود تتعلق بمساحة المخزن • والمطلوب تحديد نقطة اعادة الطلب ، وأقصى مستوى مخزون والذي سوف يخفض التكاليف الى أدنى حد ممكن •

وتوضح المصفوفة التالية بالجدول ( ٦٣ ) ٥٤ خلية يمكن محاكاتها •

جـــــــدول (٦٣)

| دورة اعادة الطلب \ اقصى مستوى مخزون | ١٠٠ | ٩٥ | ٩٠ | ٨٥ | ٨٠ | ٧٥ | ٧٠ | ٦٥ | ٦٠ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ١ | ح ١٠٠،١ | ح ٩٥،١ | ح ٩٠،١ | ح ٨٥،١ | ح ٨٠،١ | ح ٧٥،١ | ح ٧٠،١ | ح ٦٥،١ | ح ٦٠،١ |
| ٢ | ح ١٠٠،٢ | ح ٩٥،٢ | ح ٩٠،٢ | ح ٨٥،٢ | ح ٨٠،٢ | ح ٧٥،٢ | ح ٧٠،٢ | ح ٦٥،٢ | ح ٦٠،٢ |
| ٣ | ح ١٠٠،٣ | ح ٩٥،٣ | ح ٩٠،٣ | ح ٨٥،٣ | ح ٨٠،٣ | ح ٧٥،٣ | ح ٧٠،٣ | ح ٦٥،٣ | ح ٦٠،٣ |
| ٤ | ح ١٠٠،٤ | ح ٩٥،٤ | ح ٩٠،٤ | ح ٨٥،٤ | ح ٨٠،٤ | ح ٧٥،٤ | ح ٧٠،٤ | ح ٦٥،٤ | ح ٦٠،٤ |
| ٥ | ح ١٠٠،٥ | ح ٩٥،٥ | ح ٩٠،٥ | ح ٨٥،٥ | ح ٨٠،٥ | ح ٧٥،٥ | ح ٧٠،٥ | ح ٦٥،٥ | ح ٦٠،٥ |
| ٦ | ح ١٠٠،٦ | ح ٩٥،٦ | ح ٩٠،٦ | ح ٨٥،٦ | ح ٨٠،٦ | ح ٧٥،٦ | ح ٧٠،٦ | ح ٦٥،٦ | ح ٦٠،٦ |

ولتحديد أفضل سياسة ، فانه يتم محاكاة كل الخلايا السابقة واختيار الخلية التى تحقق أقل التكاليف . وللتبسيط فسوف نقوم بمحاكاة خلية واحدة وهى (ح ٨٠،٦) مستخدمين التوزيعات وبيانات التكلفة فى المثال السابق وأيضا الارقام العشوائية التى تم استخدامها فى المثال السابق . وسنبدأ بالمحاكاة عند الوقت صفر مع مخزون متاح مقداره ٧٥ وحدة . وفى نهاية كل دورة (نهاية الاسبوع السادس) يتم طلب طلبية (وتتحدد عدد وحدات كل طلبية بناء على الطلب فى ذلك الاسبوع ورصيد المخزون) يتحدد عدد الوحدات فيها كالاتى : نجد فى الأسبوع السادس يوجد طلب مقداره ٦ وحدات ، ورصيد المخزون مقداره ٥٣ وحدة ، أى أن الطلبية سوف تكون مقدارها ٢١ وحدة ( عبارة عن ٨٠ وحدة مطروحا منه (٥٣ + ٦) ٥٩ وحدة). ويتم تحديد وقت الوصول كالاتى : نجد أن الرقم العشوائى ٠٢ ، يقابل وقت وصول مقداره اسبوع واحد فى الجدول التكرارى المتجمع لوقت الوصول وهكذا بالنسبة لباقى الارقام.

ويوضح الجدول ( ٦٤ ) التالى نتيجة المحاكاة لعدد وقدرة ٣٠ فترة لكل من الطلب ووقت الوصول .

$$\therefore \text{متوسط التكلفة} = \frac{\text{تكاليف الاحتفاظ + تكاليف الاعداد + تكاليف النفاد}}{\text{ن}}$$

$$= \frac{١٨٤٠٠ + ١٠٠ + \text{صفر}}{٣٠} = ٦١٦{,}٦٧ \text{ جنية/اسبوع}$$

ولتحديد أفضل سياسة مخزون دوريه فى الحقيقه ، فانه من الضرورى تقييم كل خلية من خلايا المصفوفة بنفس الطريقه السابقه . وأيضا نجد أن محاكاة ٣٠ فترة قد لا تكون كافية ، فيجب أن يتم محاكاة عدد أكبر من المرات لكل خليه فى المصفوفه للتأكد من الحصول على تقدير يمكن الاعتماد عليه . ومع استخدام الحاسب الآلى ، فانه من السهولة تحديد السياسه الاقل تكلفة باستخدام المحاكاة .

لقد أوضحنا فيما سبق ، استخدام طريقة المحاكاة لمونتى كارلو لحل المشكلات المتعلقه بنظام المخزون الدورى والمستمر لمنتج واحد . ويلاحظ أن هذا مثال مبسط جدا ، فهناك العديد من العوامل الاخرى مثل خصم الكميه وتغيرات السعر والتكاليف والاضرابات ونفاد المواد والتخلف الجزئى للطلبية وخلافه . ويمكن اضافة العوامل السابقه وتضمينها فى المحاكاة ، وبالرغم من تعقد الحل إذا تم استخدام النماذج التحليليه ( Reisman, 1972 ).

## محاكاة التوزيعات الاحتمالية المشتركة

ان التبعيه المتداخله للطلب ووقت الوصول يمكن أن يتم تقريبها الى توزيعات مشتركه باستخدام محاكاة مونتى كارلو . فعندما يكون كل من الطلب ووقت الوصول متداخلان فى مشكلة المخزون فانه من الضرورة تطوير الاحتمال المشترك لهما . ان التوزيع الاحتمالى المشترك الناتج يسمى احتمال الطلب اثناء فترة وقت الوصول .

جدول ( ٦٤ )

| الأسبوع المحاكي | الأرقام العشوائية | | محاكاة النشاط | | | | | محاكاة التكلفة | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | الطلب | التسليم | الطلب | حجم الطلبية | وقت الطلبية | الوحدات المستلمة | الرصيد من الوحدات | تكلفة الاحتفاظ | تكلفة الاعداد | تكلفة نفاد المخزون |
| صفر | | | | | | | ٧٥ | | | |
| ١ | ٢٠ | ٩٠ | ٢ | | | | ٧٣ | ٧٣٠ | | |
| ٢ | ٠٤ | ٩٨ | ١ | | | | ٧٢ | ٧٢٠ | | |
| ٣ | ٨١ | ٧١ | ٦ | | | | ٦٦ | ٦٦٠ | | |
| ٤ | ١٦ | ٣٥ | ٢ | | | | ٦٤ | ٦٤٠ | | |
| ٥ | ٦٢ | ١١ | ٥ | | | | ٥٩ | ٥٩٠ | | |
| ٦ | ٧٥ | ٠٣ | ٦ | ٢١ | ١ | | ٥٣ | ٥٣٠ | ٢٠ | |
| ٧ | ٢٠ | ٤٠ | ٢ | | | ٢١ | ٧٢ | ٧٢٠ | | |
| ٨ | ٠٦ | ٥٠ | ١ | | | | ٧١ | ٧١٠ | | |
| ٩ | ٣٣ | ٩٩ | ٣ | | | | ٦٨ | ٦٨٠ | | |
| ١٠ | ٢٥ | ٢٢ | ٣ | | | | ٦٥ | ٦٥٠ | | |
| ١١ | ٦٣ | ٥٦ | ٥ | | | | ٦٠ | ٦٠٠ | | |
| ١٢ | ٢٠ | ٧٩ | ٢ | ٢٠ | ٣ | | ٥٨ | ٥٨٠ | ٢٠ | |
| ١٣ | ٩٤ | ٤١ | ٨ | | | | ٥٠ | ٥٠٠ | | |
| ١٤ | ٤٥ | ٧٠ | ٣ | | | | ٤٧ | ٤٧٠ | | |
| ١٥ | ٢٧ | ٥٦ | ٣ | | | ٢٠ | ٦٤ | ٦٤٠ | | |
| ١٦ | ٢٢ | ٨٣ | ٢ | | | | ٦٢ | ٦٢٠ | | |
| ١٧ | ٧٩ | ٦٧ | ٦ | | | | ٥٦ | ٥٦٠ | | |
| ١٨ | ٤١ | ٣٨ | ٣ | ٢٤ | ١ | | ٥٣ | ٥٣٠ | ٢٠ | |

جـــــدول ( ٦٤ ) مستمـــــــــر

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ١٩ | ٨٥ | ٨٠ | ٧ | | | ٢٤ | ٧٠ | ٧٠٠ | |
| ٢٠ | ٥٦ | ٥٠ | ٤ | | | | ٦٦ | ٦٦٠ | |
| ٢١ | ٩٦ | ٤٩ | ٨ | | | | ٥٨ | ٥٨٠ | |
| ٢٢ | ٧٢ | ١٠ | ٥ | | | | ٥٣ | ٥٣٠ | |
| ٢٣ | ٨٨ | ٥٥ | ٧ | | | | ٤٦ | ٤٦٠ | |
| ٢٤ | ٤٩ | ٣٧ | ٤ | ٣٤ | ١ | | ٤٢ | ٤٢٠ | ٢٠ |
| ٢٥ | ٤٠ | ٦٤ | ٣ | | | ٢٤ | ٧٣ | ٧٣٠ | |
| ٢٦ | ٤٥ | ٧٦ | ٣ | | | | ٧٠ | ٧٠٠ | |
| ٢٧ | ٤٧ | ٨٠ | ٣ | | | | ٦٧ | ٦٧٠ | |
| ٢٨ | ٥٨ | ٦٠ | ٤ | | | | ٦٣ | ٦٣٠ | |
| ٢٩ | ٣٠ | ٨٥ | ٢ | | | | ٦١ | ٦١٠ | |
| ٣٠ | ٣٠ | ٥٠ | ٣ | ١٩ | ١ | | ٥٨ | ٥٨٠ | ٢٠ |
| الاجمالي | | | | | | | | ١٨٤٠٠ | ١٠٠ |

ومع استخدام المحاكاة لمونتي كارلو ، فان السلوك المشترك للتوزيع يتم محاكاته باستخدام الارقام العشوائيه • وتبنى طريقة المحاكاة على تحديد القيم لكل من الطلب ووقت الوصول باستخدام الارقام العشوائية • وبالرغم من أن هذا الاجراء يتطلب محاكاة عدد كبير من المرات لإعداد التوزيع المشترك ، الا أنه ذو فائدة كبيره عندما لا يتم تطبيق التوزيعات القياسيه ، ويمكن ايضاح ذلك بالمثال التالي:

باستخدام محاكاة مونتي كارلو فالمطلوب اعداد توزيع مشترك للطلب ووقت الوصول وذلك بمحاكاة وقت الوصول ٢٠ مرة ، وباستخدام الارقام العشوائية الموضحة في الجدول ( ٦٩ ) ، مع ملاحظة أن التوزيعات الاحتماليه لكل من الطلب ووقت الوصول موضحه في الجدولين رقما (٦٥ )، (٦٦ ) التاليين •

جدول (٦٥ )

| الطلب اليومي (بالوحدات) | الاحتمال ح ( ط ) |
|---|---|
| صفر | ٤٥ر |
| ١ | ٢٥ر |
| ٢ | ١٥ر |
| ٣ | ١٥ر |
| | ١٫٠٠ |

جدول (٦٦ )

| وقت الوصول بالايام (و) | الاحتمال ح ( و ) |
|---|---|
| ١ | ٣٠ر |
| ٢ | ٤٠ر |
| ٣ | ٣٠ر |
| | ١٫٠٠ |

ان عملية المحاكاة لمونتي كارلو تتكون من اختيار الرقم العشوائي لكل فترة وقت وصول • ويتم استخدام أرقام عشوائيه اضافيه لخلق الطلب أثناء وقت الوصول • ان طلب وقت الوصول يتكون من مجموع الطلبات الفردية أثناء وقت الوصول (أي بين كل فترة وقت وصول وأخرى )• ويوضح الجدولين (٦٧ )، (٦٨ ) التوزيع الاحتمالي المتراكم لكل من الطلب ووقت الوصول •

جـــــدول ( ٦٧ )

| الطلب اليومي | الاحتمال | الاحتمال المتراكم | الارقام العشوائية |
|---|---|---|---|
| صفر | ٤٥ر | ٤٥ر | ٠١ ـ ٤٥ |
| ١ | ٢٥ر | ٧٠ر | ٤٦ ـ ٧٠ |
| ٢ | ١٥ر | ٨٥ر | ٧١ ـ ٨٥ |
| ٢ | ١٥ر | ١٠٠ر | ٨٦ ـ ١٠٠ |

جـــــدول ( ٦٨ )

| وقت الوصول | الاحتمال | الاحتمال المتراكم | الأرقام العشوائيه |
|---|---|---|---|
| ١ | ٣٠ر | ٣٠ر | ٠١ ـ ٣٠ |
| ٢ | ٤٠ر | ٧٠ر | ٣١ ـ ٧٠ |
| ٣ | ٣٠ر | ١٠٠ر | ٧١ ـ ١٠٠ |

ويوضح الجدول ( ٦٩ ) التالى المحاكاة لكل من الطلب ووقت الوصول حتى يمكن حساب الاحتمال المشترك لكل منهما بناء على هذا الجدول .

جـــــدول ( ٦٩ )

| | الأرقام العشوائيـــة | | النشاط المحاكـــــى | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | وقت الوصول | الطلب | وقت الوصول | الطلب اليومي | طلب وقت الوصول |
| | | ٥٠ | | ١ | |
| ١ | ٩٨ | ٩٥ | ٣ | ٣ | ٤ |
| | | ٧١ | | ٢ | |
| ٢ | ٢٨ | ٧٨ | ١ | ٢ | ٤ |
| ٣ | ٨٦ | ٤٨ | ٣ | ١ | ٨ |
| | | [illegible] | | صفر | |
| | | ٥٩ | | ١ | |
| ٤ | ٧٤ | ٧٠ | ٣ | ١ | ٢ |
| | | ٦٧ | | ١ | |
| | | ٨٣ | | ٢ | |
| ٥ | ٣٩ | ٢٦ | ٢ | صفر | ٣ |
| ٦ | ٦٠ | ٧٠ | ٢ | ١ | ١ |
| ٧ | ٦١ | ٢٥ | ٢ | صفر | صفر |

جـــــدول ( ٦٩ ) مستمـــــر

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | ٣١ | | صفر | |
| ٨ | ٤١ | ١٩ | ٢ | صفر | صفر |
| | | ٥٨ | | ١ | |
| ٩ | ٨٧ | ١٥ | ٣ | صفر | ١ |
| ١٠ | ٠١ | ٩٥ | ١ | ٣ | ٣ |
| | | ٥٣ | | ١ | |
| | | ١٢ | | صفر | |
| ١١ | ٦٢ | ٣٢ | ٢ | صفر | ١ |
| ١٢ | ٥٢ | ٥٢ | ٢ | ١ | ١ |
| ١٣ | ١٦ | ١٤ | ١ | صفر | صفر |
| | | ١٩ | | صفر | |
| ١٤ | ٥٦ | ٢١ | ٢ | صفر | صفر |
| | | ١٩ | | صفر | |
| ١٥ | ٩٢ | ٦٣ | ٣ | ١ | ١ |
| | | ٩٨ | | ٣ | ٠ |
| | | ٥٣ | | ١ | |
| ١٦ | ٤٢ | ٤٤ | ٢ | صفر | ٤ |
| ١٧ | ٤٤ | ١٧ | ٢ | صفر | صفر |
| | | ٢٥ | | صفر | |
| ١٨ | ٥٢ | ٠٥ | ٢ | صفر | صفر |
| | | ٢٩ | | صفر | |
| ١٩ | ٠٣ | ٢٧ | ١ | صفر | صفر |
| | | ٣٩ | | صفر | |
| | | ٣٣ | | صفر | |
| | | ٠٧ | | صفر | |
| | | ٠٦ | | صفر | |
| ٢٠ | ٢٦ | ٠٢ | ١ | صفر | صفر |

ويوضح الجدول التالى رقم ( ٧٠ ) التوزيع الاحتمالى المشترك للطالب ووقت الوصول وقـــد تم حساب ذلك باستخدام الجدول السابق ( ٦٩ ) وذلك عن طريق معرفة عدد مرات تكرار كل طلب وقت الوصول فى العمود الاخير من الجدول •

جـــــــــــدول ( ٧٠ )

| طلب وقت الوصول | التكرار | الاحتمال المعترك |
|---|---|---|
| صفر | ٨ | ٤٠ر |
| ١ | ٦ | ٣٠ر |
| ٢ | ١ | ٠٥ر |
| ٣ | ٢ | ١٠ر |
| ٤ | ٣ | ١٥ر |
| ٥ | صفر | صفر |
| ٦ | صفر | صفر |
| ٧ | صفر | صفر |
| ٨ | صفر | صفر |
| ٩ | صفر | صفر |
| | ٢٠ | ٠٠ر١ |

## تحـــديد عـــدد المـرات المرغـوبة للمحـــاكـــاة

يتم تحديد العدد الامثل من مرات المحاكاة بنفس طريقة تحديد العينه الاحصائية. ان مدى دقة ومدى الاعتماد على المعلومات المتحصل عليها من عملية المحاكاة تعتمد على عدد المرات التى يتم محاكاتها. ان الطريقة السهلة لتقدير عدد مرات المحاكاة هو القيام بأداء عدد قليل ومختصر من المحاولات باستخدام الارقام العشوائية للحصول على المتوسط الحسابى والانحراف المعيارى للمتغير المقاس، وبفرض أن المتغير المقاس موزعا طبيعيا ، فان عدد مرات المحاكاة يمكن تحديدة بالدقة المعطاه ودرجة الثقـــة الاحصائيه ( Levis , 1970 ).

# خــــاتمـــــه

لقد نهجنا في هذا الكتاب نهجا نظاميا حيث أشرنا في بدايته الى تعريف الادارة الانتاجيه على أنها نظام لاتخاذ القرارات الادارية والتنفيذية وغيرها من أجل سد الفراغ الادارى وتحقيق الاهداف المرغوبه (وليست المتاحة) على أمثل وجه ممكن . هذا فيما يتعلق بالادارة ثم استطردنا الى ايضاح مفهوم الانتاجية في علاقتها بالكفاءة وتطرقنا الى ايضاح اساليب واستراتيجيات تحسينها . ولعلنا في هذا الخضم قد أوضحنا أن تحسين الانتاجيه لا يمكن أن يتحقق إلا من خلال تبني فلسفه اداريه ذات خصائص فعالة توصل الى استراتيجيه متكامله تمكن من سد الفراغ الادارى وتوصل الى تحسين الانتاجيه . ومن هنا فقد أوضحنا في بداية الكتاب المصطلحات الثلاثه التي يتكون منها عنوان الكتاب "الادارة الانتاجية والفراغ" . ثم تطرقنا في الفصول والابواب التاليه الى تناول الموضوعات التي ركزنا عليها في هذا الكتاب والتي تتضمن الاساليب والنماذج الوصفيه والكمية للتخطيط للمصنع والترتيب الداخلي والتخطيط لمداولة المواد والتنبوء وتخطيط ورقابة الانتاج . هذا وقد ركزنا في الباب الاخير على بعض الادوات والنماذج والتطبيقات الكمية في تخطيط ورقابة الانتاج .

ولا يفوتنا في خاتمة هذا الكتاب إلا أن نشير الى أن سد الفراغ لن يتأتى الا عن طريق المحاولة الجادة من العلماء والباحثون والممارسون في طرح واختيار النماذج الوصفية والكمية التي تخدم التطبيق العملي وتتوافق مع البيئه الواقعية وتمكن من سد الهوة بين النظرية والتطبيق . ومن ثم فانه يجب مراعاة الجوانب التالية عند اختيار وتطبيق النماذج والادوات الكمية والوصفية الملائمة لحل المشكله أو المشكلات التي تواجه المنشأة وسد الهوة بين النظرية والتطبيق:

<u>أولا:</u> الاحاطة بالجوانب المرتبطه بالمشكلة: كخصائص المشكله ونوع وطبيعة متخذ القراره والامكانات المتوافرة لتبنى نموذج أو نماذج معينه في حل المشكلــــه .

والامكانيات والمتطلبات التنظيمية لتطبيق نموذج أو نماذج معينه (كتأييد الادارة . وتوافر الخبراء اللازمين للتطبيق وتحديد العلاقات بينهم وبين متخذ القرار الى غير ذلك )

ثانيا : الاحاطه بالاعتبارات التى ينبغى مراعاتها من أجل تطوير النماذج لتلائم التطبيق العملى وتمكن من سد الهوة بين النظرية والتطبيق . وفيما يلى بعض القواعد والاسس التى يمكن أن تتبع لتطوير النماذج من أجل التطبيق العملى :(١) تجنب النماذج البالغة التعقيد فى حالة وجود نماذج بديلة بسيطة وتؤدى نفس الغرض ، (٢) تحديد الاهداف الحقيقية بدقه ، (٣) تبنى التوقعات الملائمه ، (٤) الاستفادة من الموارد بحكمة ، (٥) توجيه الامكانات صوب حل المشكله ، (٦) تعضيد متخذ القرار بالمعلومات اللازمه ، (٧) إشراك متخذ القرار فى بناء النموذج ، (٨) تقرير الجداول الزمنية الملائمه ، (٩) تحديد كيفية تطبيق النموذج ، (١٠) تدعيم تطبيق النموذج بالحاسب الآلى كلما أمكن ، (١١) اعداد البناء التفصيلى للنموذج بصورة واضحة .

ثالثا : اختيار النموذج وتطبيقه ومتابعته : ويجب مراعاة الاتى عند طرح النماذج للاختيار من بينها وعند التطبيق : (١) ان تتلاءم النماذج المختارة مع الموقف والمشكله ، (٢) اتباع استراتيجيه تستند الى نظام كامل للمعلومات للاختيار من بين النماذج على أسس ومعايير ملائمة تمكن من ذلك وتطبيق أفضل النماذج ملائمة لحل المشكله ، (٣) متابعة تطبيق النموذج واستخدامه مع اكتشاف الانحرافات واجراء التعديلات والتصحيحات اللازمه ، (٤) الأخذ فى الحسبان الاختيار والتطبيق والتعديل للنموذج على أساس من المعلومات الكاملة القادمة والراجعة .

وفى الختام فإن على العلماء والباحثون والممارسون العمل على مراعاة التوصيات الاتية عند تطوير واختيار وتطبيق الأدوات والنماذج الوصفية والكمية :

أولا : أن يراعى فى النموذج أن يأخذ فى الحسبان المتغيرات العديده المستقلة

والتابعة والمتداخلة.

ثانيا: أن يراعى فى النموذج الحد الى أكبر درجة ممكنه من الافتراضات التى تقلل من فاعليتة وكفاءته فى حل المشكله.

ثالثا: أن يراعى فى النموذج ملاءمته لمشكلة (أو مشكلات) معينه بمعنى أن يمكن من المساهمة فى حل مشكلة (أو مشكلات) معينه أو اتخاذ قرار (أو قرارات) بصورة فعالة.

رابعا: أن يمكن النموذج من التوصل الى أمثل النتائج بأقل تكاليف ممكنه ، أخذا فى الحسبان أن تفوق العوائد المتحققه من تطبيق النموذج التكاليف الناشئه عن تطبيقه.

خامسا: أن يمكن النموذج من تحقيق أفضل استفادة من الامكانيات المتاحة والمترقبه و (أو) اكتشاف بدائل أفضل لذلك.

سادسا: أن تراعى الابعاد والمتطلبات والشروط التى لا يصح تطبيق النموذج بدونها وذلك بالنسبه لكل موقف ولكل حالة من الحالات التى يطبق فيها النموذج.

سابعا: توافر قدرة التغيير والتأثير من أجل تحقيق فعالية التطبيق للنموذج بمعنى القدرة على اجراء التغيير والتأثير فى و (أو) التكيف مع المتغيرات المرتبطه و(أو) المحيطه بالظروف المتعلقه بالنموذج وتطبيقه وذلك من أجل تطبيقه واستخدامه بصورة فعالة. وعلى سبيل المثال القدرة على التغيير والتأثير فى الامكانات المادية والبشريه وخاصة مهارات وثقافات وقيم وعادات الافراد. وكذا القدرة على التغيير والتأثير فى الظروف البيئية الداخلية والخارجية أو على أقل تقدير القدرة على التكيف مع تلك الظروف التى لا يمكن التأثير فيها أو تغييرها.

وفى الختام نرجو أن نكون قد وفقنا فى عرض هذا القدر اليسير من هذا الفرع من فروع الادارة. ويأتى الجزء الثانى من هذا الكتاب على هذا الدرب.

والله ولى التوفيق

# مـــراجـــــــع

## مـراجـع أجـنبيـة

Aggarwal, Summer C. (1981). Productivity: A Measure or A Mirage ? Productivity, 21 (4): 457-480.

Amrine, Harold T., Ritchey, John A., & Hulley, Oliver S. (1975). Manufacturing Organization & Management. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentic-Hall Inc.

Appleby, Robert C. (1981). Modern ProductioN Administration. London: Pitman Publishing Limited, 225.

Arafa, Ahmed (1981). Organizing Global Marketing (A Proposed Model). Dirasat In Economics and Business. 17(2). 10.

Barnard, Chester (1974). The Function of the Executives. Cambridge, Massahusette: Harvard University Press. 19.

Bhatia, S. K. (1984). The Effect of Counselling in Tackling Absentees. Indian Journal of Industrial Relation, 19: 389-395.

Biegel, John E. (1971). Production Control. Englewood Cliffs, New Jersey : Prentic-Hall Inc.

Bierman, O. Haralod, (Bonini, Charles P., & Housman, Warren H. (1977). Quantitative Analysis for Business Decision. Homewood, Illinois: Richard D. Irwin, Inc. 445-440.

Buera, Abubakr M., Hassan, Ahmed A., & Shalaby, Somaia E. (1986). Word-of-mouth Communication: An empirical Study. Dirasat. 8(3). 131-142.

Buffa, Elwood S. (1975). Basic Production Management. New York: John Wiley & Sons Inc.

Buffa, Elwood S. (1973). Modern Production Management. New York: john Wiley & Sons.

Buffa, Elwood S. (1972). Operation Management, Problems & Models. New York: Hohn Wiley & Sons Inc. 273.

Buffa, Elwood S., & Dayer, James S, (1977). Management Science, Operation Research. Santa Barhar: A Wiley, Hamiton Publication. 366.

Chacko, George K. (1976). Applied Operation Research, Systems, Analysis. In Hierachical Decision Making. Amenterdam, Oxford: North Hall & Publishing Co. 191.

Chambers, John C., Mullick, Satinder K., & Smith, Donald D. (1976). How to Choose the Right Forecasting Technique. Harvard Business Review on Management, 501-509.

Craig, C. E., & Harris, R. C. (1973). Total Productivity Measurement at the Firm Level. Soloan Management Review, 14: 13-29.

Dam, Ander Van (1981). How to Adjust to Uncertain 1980's Management Planning, 3(30). 7-9.

Dauten, C. A., & Valentine, L. M. (1974). Business Cycle & Forecasting. Dallas, Texas: South West Publication Co. 326-329.

Demmy, S. & Nohmias, S. (1981). Operating Characteristics of Inventory Systems with Rationing. Journal of the Institute of Management Science, 17(11).

Donahue, Thomas R. (1981). The Human Factor in Productivity. Productivity. XIX(May). 8-12.

Doyle, R. J. (1982). Gainsharing A Total Productivity Approach. Journal of Contemporary Business. 11: 57-69.

Duncan, L. Scott (1984). Shrinking the Material Handling Function: Challenge of the new Production Economics. Industrial Engineering. 16(October), 100.

Dunn, Robert A. & Ramsing, Kenneth D. (1981). Management Science, A Practical Approach to Decision Making. New York: MacMillan Publishing Co. Inc.

Edward, J. I. Ganall. (1969). A Review of Assembly Line Balancing. In Graff, Gene K. & Math, John F., Operation Management. Homewood Illinois: Richard D. Irwin Inc. 116-117.

Farmer, David & MacMillan, Keith (1981). Effectiveness and Efficiency Between Firms. International Management of Physical Distribution and Materials Management. 2(2-3): 6-7.

Fein, M. P. (1983). Improved Productivity Through Worker Involvement. Industrial Management, 25: 4-15.

Garrett, Leonard J. & Sliver, Milton (1975). Production Management Analysis. New York, N.Y.: Harcourt Brace Jovanovich, Inc. 419-420.

Garrett, Leonard J. & Sliver, Milton (1973). Production Management Analysis. New York: Harcourt Brace Jonovich Inc. 8.

Geoffrion, Arthur M. (1969) A Summary of Expontial Smoothing In Groff, Gene K., & Muth, John F., Operation Management, Selected Reading. Homewood Illinios: Richard D. Irwin Inc. 258-263.

Gerslenfeld, Arthur (1971). Technological Forecasting. Journalof Business. 1(January): 10-18.

Glenney, Neil (1981). Modular Integrated Material Handling Systems Facilities Automation Process. Industrial Engineering. 13(November). 118.

Grayson, C. J. (1974). An Expanded Concept of Productivity and its Implications for Economic Policy Makers. SMR Forum. 15: 83-88.

Griffin, Ricky W. (1984). Management. Boston, Math.: HoughtonMifflin Company. 573-576.

Hanika, F. de P. (1972). New Thinking In Management. London: Hutchinson & Co., Publishers Ltd, 231.

Hassan, Ahmed A. (1988). A Strategic Approach to International Advertising (A Proposed Model). Journal of Economics and Administrative Studies. 2(2): 131-147.

Hay,,Robert D. (1968). Introduction to Business. New York: Halt, Rinehart and Winston . Inc., 162-166.

Hays, Robert H. (1981). Why Japanese Factories Work. Harvard Business Review, 59 (July-August): 57-66.

Hill, McGrraw & Curran, Word S. (1970). Principles of Financial Management. New York, N.Y.: McGraw-Hill Book Co. 202.

Hogarth, Bohin M. & Makridakis, Spyras (1981). Forecasting and Planning. Journal of the Institute of Management Science. 2(2): 122-127.

Holoviak, S. J. & Holoviak, S. B. (1984). The Benefits of In-Houseling. Personnel. 61: 53-59.

Holstein, William K. (1975). Production Planning and Control Integrated. Harvard Business Review. 548-575.

Hopeman, Richard J. (1976). Production, Concepts, Analysis, and Control. Columbus, Ohio: Charles E. , Murrill.

Huber, V. L. (1984). The Human Factor in Group Technology: An Analysis of the Effects of Job Redesign. Academy of Management Proceeding (August, 12-15): 309-313.

Hyer, N. L. & Wemmerlöv, U. (1984). Group Technology & Productivity. Harvard Business Review. 62(4): 140-149.

Jerome, Druiest (1969). Heuristic Programs for Decision Making. In Graff, Gene K. and Math, John F. Operation Management. Homewood Illinois: Richard D. Irwin Inc. 116-117.

Kassauf, Sheen (1970). Normative Decision Making. Englewood Cliffs, N.J.: Prentic-Hall, Inc. 25-52.

Kleinald, Hareid E. & Linnciman, Robert E. (1981). The Use of Scenarios in Corporate Planning, Eight Case Histories. Long Rang Planning. 5(14): 69-77.

Knill, B. (1984). Material Handling Management Report. Material Handling Engineering. 39: 46-47.

Kreitner, R. (1983). Management. Boston, Math.: Houghton Mifflin Company.

Lane, Jack D. & Mariotti, John J. (1981). Handling Systems Design Targets On Productivity as Main Objective. Industrial Engineering. 13(April,: 84.

Lawler. E. E. (1977). The Myths of Behavior Mod In Organization. Academy of Management Review. 2: 543-553.

Lee. Alee M. (1970). Systems Analysis Frameworks. London: Beccles William Clowes and Sons Ltd. 11.

Levin, Richard I. & Kirkpatrick, Charles A. (1975). Quantitative Approaches to Management. New York: McGraw-Hill Book Company. 170-197.

Levin, Richard I., McLaughline, Courts P., Lamone, Rudalf P., and Kotlas, John F. (1972). Production/Operation Management. New York: McGraw-Hill Book Company. 135.

Levis, C. D. (1970). Scientific Inventory Control. New York: American Elsevier. 170-171.

Locke, E. A. (1982). Emloyee Motivation: A Discussion. Journal of Contemporary Business. 11: 71-80.

Manoochehri, G. H. (1985). Adopting JIT: A Look at Workers Role and Personnel Practices. Academy of Management Proceedings: 294-297.

Maqbool, Hamid (1981). Finding the Shortest Route from Source to Destination. Endustrial Engineering. November: 22-26.

Martino, R. L. (1972). Integerated Manufacturing Systems. New York: McGraw-Hill Book Co. 13.

Matsumoto, Koji (1982). Organization for Higher Productivity:

An Analysis of Japanses Systems and Practices. Hong Kong: Nordica Int., Ltd. 1-2.

Meyer, Raymond R. (1968). Production Management. New York: McGraw-Hill Book Co. 3-4.

Mayer, Reed (1981). Forecasting Turning Points. Business Horizons. 24(4): 57-61.

McGann, John A. (1981). Another Route to Productivity Gains. Journal of Systems Management. 32(11): 30-31.

Mogensen, A. H. (1983). Training and Support are Key to New Management Success. Industrial Engineering. 15: 64-7?.

Moore, Franklin G. & Jablonski, Ronald (1969). Production Control. New York: McGraw-Hill Book Company.

Mundel, M. E. (1983). Wanted: A System that Provides Box Scores for Productivity. Industrial Engineering. 15: 74.

Muther, R. (1961). Systemic Layout Planning. Boston, Math: Industrial Education Institute.

Nemmers, Erwin Esser & Graumemald, Ales E. (1975). Basic Managerial Finance. S. Paul: West Publishing Co. 135.

Nemneis, F. E. (1974). Dictionary of Economic and Business. Fatomenis: Little Field Adms and Co. 9.

Novak, Al'n (1983). Five Influential IEs Take A Provocative Look at Productivity. Industrial Engineering. Oct. 15(10): 34-48.

Optener, Stanford L. (1965). Systems Analysis for Business and Industrial Problem Solving. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentic-Hall Inc. 36-46.

Orlicky, Joseph (1975). Material Requirements Planning. N. Y.: McGraw-Hill Co.

Ouchi, W. G. (1981). Theory Z, How American Business can Meet the Japanes Challenge. Reedings, Mass.: Addisons Wesley Publishing Companies, Inc.

Quick, J. H. (1971). Management of Human Productivity. Advanced Management. 36: 38-41.

Reilly, Robert F. (1981). Developing A Sales Forecasting. Management Planning. July-August, 30(1): 24.

Reisman, Arnold (1972). Industrial Inventory Control. New York: Gordon & Breach Science Publishers.

Richins, Marsha L. (1983). Negative Word-of-Mouth Communication By Dissatisfied Consumer: A Pilot Study. Journal of Marketing. 47(Winter). 68-78.

Rickles, Hrvey V. and Elliott, Kim A. (1985). Spread Sheet Programs Enable Quick Analysis of Material Handling Problems. Industrial Engineering. 17(Feb.): 80.

Riggs, James L. (1970). Production Systems: Planning, Analysis, and Control. New York: John Wiley & Sons, Inc.

Rose, L. M. (1976). Engineering Investment Decisions. Amesterdam: Elsemier Scientific Publishing Company. 52-53.

Schoderbeck, Peter P. (1971). Managerial Systems. New York: John Wiely & Sons, Inc. 2-4.

Sink, D. Scott (1983). Much Ado About Productivity. Where do We Go from Here ? Industrial Engineering. 15(Oct.): 44.

Starr, Martin K. (1972). Production Management Systems and Synthesis. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentic-Hall Inc. 132.

Starr, Martin K. (1969). Evolving Concepts In Production Management. In Groff, Gene K. & Muth, John F. Operation Management. Homewood Illinois: Richard D. Irwin Inc. 6.

Stevenson, William J. (1986). Production/Operations Management. Homewood Illinois: Richard D. Irwin, Inc. 308-353.

Steiner, George A. (1969). Top Management Planning. New York: MaCmillan Publishing Co. Inc. 202-204.

Stimar, E. Kern (1981). Adaptive Exponential Smoothing Revisited. The Journal of Operation Research Society. September, 32(9): 775.

Sullivan, J. J. (1983). A Critique of Theory Z . Academy of Management Review. 8: 135.

Tersine, Richard J. (1976). Material Management and Inventory Systems. New York, N.Y.: American Elsemier Publishing Co., Inc.

Theodore, Levitt (1975). Production Line Approach to Service. Harvard Business Review. 601-618.

Thierauf, Robert J., and Grasse, Richard A. (1970). Decision Making Through Operation Research. New York, N.Y.: Wiley Series In Management and Administration. 184.

Thierauf, Robert J., & Klekamp, Robert C. (1975). Decision Making Through Operation Research. New York: John Wiley & Sons Inc. 343.

Thornton, Billy M. & Preston, Paul (1977). Introduction to Management Science. Columbus: Charles E. Marrill Publishing Company. 303.

Tompkins, James A. (1985). Without Material Handling there is no Automated Factory. Material Handling Engineering. May, 40: 129.

Tompkins, James A., & Smith, Jerry D. (1983). Material Handling and the Automated Factory. Industrial Engineering. Oct., 15: 48.

Webster, Dennis B. (1983). Overall Approach to Material Handling Retrofitting Heeded for Balanced System. Industrial Engineering. April, 15: 44.

Webster, Dennis B. (1981). From Receiving to Shipping An overview of an Process Material Handling System. Industrial Engineering. April, 13: 72-79.

Wheelwright, Steven (1981). Japane There Operations Really are Strategic. Harvard Business Review. July-August, 59:65.

Wether, William B. (1982). Quality Circiles: Key Executives Issues. Journal of Conteaporary Business. 11: 17-20.

Weston, J. Fred & Brigham., Eugene F. (1971). Essencials of Management Finance. Illinois: Holt, Rinehart and Winston, Inc. 178.

White, John A. & Apple, James M. (1985). Material Handling Requirements are altered Drametically buy Information Links. Industrial Engineering. Feb. 17: 38.

Williams, John (1981). How the Stream Line the How of Materials. Industrial Management & Data Systems, Feb.-March. 14.

Vanttorne, James C. (1972). Fundamental of Financial Management. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentic-Hall Inc. 129.

## مراجـــــع عـربيـه

حسن، أحمد عرفه ، وشلبي، سمية ابراهيم (١٩٨٥)٠ حول استراتيجيات منشآت الاعمال وخططها ، المجلة العربية للادارة ، المجلد التاسع ، العدد الرابع ، الخريف ، ص ٩٠-١٠٥ ٠

حودانه ، بن عيسى ، وعرفه، أحمد (١٩٨٢)٠ تبعة للسلع المعيبه، دراسات فـــي الاقتصاد والتجارة، المجلد ١٨، العدد الاول والثاني ، ص ٢٤ ٠

عرفه، أحمد علي ، وشلبي ، سمية ابراهيم (١٩٩١ )٠الادارة والفـراغ ، الجـــزء الثاني ، توزيع دار المعارف ٠٠

عرفه، أحمد علي ، وشلبي سمية (١٩٩٠ب)٠الادارة والفـــراغ ، الجزء الاول ، توزيع دار المعـــارف٠

عرفـــه، أحمد علي ، وشلبي ، سمية ابراهيم (١٩٩٠ م )٠ نحو نظرية لزيادة الانتاجيـــه ، الجـــزء الثاني ، توزيع دار المعارف٠

عرفـــه ، أحمد علي ، وشلبي ، سمية ابراهيم (١٩٩٠ م )٠ نحو نظرية لزيادة الانتاجية ، الجـــزء الاول ، توزيع دار المعارف٠

عرفـــــه ، أحمد علي (١٩٨٨)٠ القوة التأثيرية للافراد والوحدات الفرعيـــة والمنظمات ببيئات الاعمال ، المجله العربية للادارة ، المجلد الثانـي عشر ، العدد الاول ، الشتاء ، ص ٢٤ ٠

عرفـــه، أحمد علي (١٩٨٧)٠ تبعة السلع المعيبه وحماية المستهلك في الفكـــر الاسلامي ، المجلة العربية للادارة ، المجلد ١١ ، العدد ٤ ، الخـــريف ، ص ٦٨ ٠

# فهرس الجزء الأول

| الموضـــوع | الصفحـــة |
|---|---|

رقم الإيداع بدار الكتب
٩٢/٣٣٦١

I. S. B. N
977 - 00 - 3132 - 1

